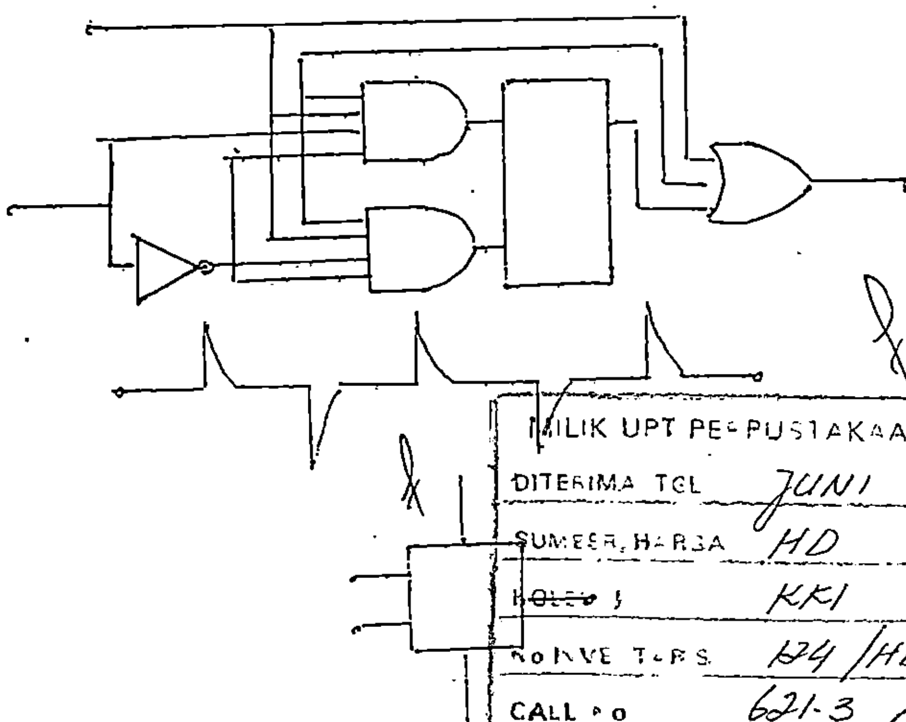
DASAR-DASAR TEKNIK DIGITAL



oleh:

Drs. A m r i l

==

Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Padang
1992

KATA PENGANTAR

Pada saat ini pengetahuan di bidang teknik elektronika menunjukkan pengembangan yang luar biasa, hampir semua teknologi industri menggunakan perangkat pesawat elektronika. Dalam hal ini memberikan kesempatan pada mereka yang ingin bekerja di bidang pengetahuan elektronika maupun bekerja cipta berupa peralatan elektronika yang berguna bagi masyarakat banyak.

Pengetahuan teknik elektronika saat ini hampir membudaya atau minat masyarakat meningkatkan kegiatannya dalam karya cipta di bidang pembuatan alat elektronika.

Kemudian saat ini terasa sekali kurangnya buku-buku teknik elektronika di perpustakaan yang dapat membantu mereka yang ingin meningkatkan kegiatan karya cipta alat elektronika tersebut.

Didorong oleh keinginan untuk ikut memberikan masukan kepada peminat, kami memberanikan diri untuk menyususn buku ini dengan harapan keluarannya nanti akan benar-benar bermanfaat bagi masyarakat luas. Setidaknya adalah suatu usaha untuk menarik masyarakat atau peminat ke arah positip. Suatu hal yang penting adalah untuk memupuk jiwa pembangunan.

Oleh karena itu buku ini diperuntuk bagi para pemula untuk mencaba belajar teknik digital dari awal. Buku ini disusun sedemikian rupa untuk memudahkan penilaian buku ini dalam mempelajarinya (belajar sendiri) selangkah demi selangkah secara sistematis, serta diharapkan nantinya dapat dikembangkan sendiri pada kesempatan yang ada.

Akhir kata kami mengharapkan pada pembaca memberikan masukan yang sifatnya membangun, karena sudah barang tentu kami sebagai penyusun buku ini tidak terlepas dari segala kekurangan. Tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membrikan dorongan semangat pada kami sehingga dapat menyusun buku ini.

DAFTAR ISI

K

Halaman

BAB I

TEKNIK BILANGAN

DASAR ATAU RADIK

Dalam ilmu teknologi banyak sekali digunakan angka atau bilangan. Setiap bilangan dibatasi dengan bilangan dasar atau radik,dan banyaknya angka disebut dengan digit misalnya bilangan desimal yang terdiri dari angka 0,1,2, 3,4,5,6,7,8 dan 9, sehingga bilangan desimal merupakan - bilangan yang mempunyai bilangan radik 10.
Jenis bilangan lain adalah bilangan biner yang mempunyai bilangan radik atau dasar 2,bilangan oktal yang mempunyai bilangan dasar 8,bilangan duodesimal yang mempunyai bilangan dasar 12 dan bilangan heksadesimal mempunyai bilangan dasar 16.

Orang sudah terbiasa berhitung menggunakan angka desimal,karena itu tidak menemui kesulitan dengan bilangan radiknya. Untuk mempelajari bilangan lain diperlukan bilangan radik sebagai dasar pengolahannya,karena bilangan radik merupakan bilangan dasar untuk menentukan nilai atau bobot bilangan tersebut.

BOBOT BILANGAN

Bobot suatu bilangan ditentukan dari radik dan susunan angkanya.Ambil suatu contoh bilangan desimal 278 atau ditulis$(278)_{10}$. Bobot bilangan itu dapat ditulis sebagai berikut:

Angka 8 menunjukan angka satuan = 008

Angka 7 menunjukan angka puluhan = 070

Angka 2 menunjukan angka ratusan = 200

sehingga bobot bilangan keseluruhan (278)10 = 8 + 70 +200 atau (8×10^{0}) + (7×10^{1}) + (2×10^{2}) = 278.

Bila bilangan desimal diatas diganti dengan digit yang disingkat dengan d,maka nilai angka tersebut dimulai dari harga satuan,yaitu:

digit kesatu d_0

digit kedua d_1

digit ketiga d_2

Radik 10 dari bilangan desimal 278 = N maka untuk mendapat nilai dari susunan bilangan tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$(N)_r = d_0 \times r^0 + d_1 \times r^1 + d_2 \times r^2 + \ldots\ldots$$

Rumus diatas berlaku secara umum untuk mengetahui - nilai desimal berbagai bilangan dengan radik yang lain.

BILANGAN BINER.

Bilangan biner adalah bilangan yang mempunyai bilangan radik 2 dan mempunyai bilangan digit 2,yaitu digit 0 dan digit 1. Dengan menyusun bilangan digit 0 dan 1 sesuai dengan kaidah yang berlaku,maka kita dapat menghitung harga bilangan desimal. Nilai digit 0 dan 1 ini dapat diwujukan dalam bentuk besaran tegangan listrik. Nilai 1 menunjukan ada tegangan dan nilai 0 menunjukan tidak ada tegangan . Dengan demikian kita dapat dengan mudah mengetahui nilai elektrik dari satu bilangan desimal biasa. Setelah semuanya ditarnsfer ke bilangan biner,maka nilainya diolah ke bilangan desimal.Sistem perhitungan ini banyak digunakan dalam mesin hitung atau mesin logika,misalnya dalam digital komputer. Komputer bekerja dengan data atau imformasi numerik,nilai angka yang dinyatakan bentuk digital.

Pada tabel 1 dapat dilihat perobahan bilangan desi mal dari 0 sampai dengan angka 15 .Dari tabel tersebut ter lihat bahwa bilangan digit 1 bertambah besar nilainya bila bergeser ke kiri,sehingga jumlah bilangan terbaca bertambah naik atau bertambah besar. Atau cara menghitungnya dimulai dari kanan ke kiri. Bila menghitung secara menurun digit 1 bergeser ke kanan,sehingga memulai menghitungnya dari kiri ke kanan. Dengan demikian digit yang terletak disebelah ka nan bernilai paling kecil,dan digit yang sebelah kiri ber nilai besar. Digit yang berada sebelah kanan disebut LSD (Least Significant Digit) atau disebut dengan digit yang - mempunyai bobot paling kecil. Digit yang berada sebelah ki ri disebut digit MSD (Most Significant Digit) yaitu digit yang mempunyai bobot paling besar. Digit pada bilangan bi- ner disebut dengan BIT yang berarti Binery Digit karena itu istilah LSD dapat diganti dengan LSB (Least Significant - Bit),sedangan istilah MSD dapat diganti dengan MSB (Most Significant Bit). Kedua istilah ini sangat penting dalam - perhitungan sistem biner.

Tabel 1.

Bilangan desimal	Bilangan biner
0	0 0 0 0
1	0 0 0 1
2	0 0 1 0
3	0 0 1 1
4	0 1 0 0
5	0 1 0 1
6	0 1 1 0
7	0 1 1 1
8	1 0 0 0
9	1 0 0 1

10	1 0 1 0
11	1 0 1 1
12	1 1 0 0
13	1 1 0 1
14	1 1 1 0
15	1 1 1 1
16	1 0 0 0 0

Contoh LSB dan MSB adalah: MSB_____ 1 0 1 1 0 _____LSB
MSB_____11 0 1 0 1 _____LSB

Selanjutnya untuk mengetahui besar nilai desimal dari bilangan dapat digunakan rumus N (Rumus bobot bilangan), pelaksanaannya dapat dilaksanakan sebagai berikut: $(1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1)_2$, dimana bilangan dasar biner 2 maka dari bilangan biner di atas dapat dirobah menjadi angka desimal

$$1x2^6 + 1x2^5 + 1x2^4 + 0 + 1x2^2 + 0 + 1x2^0$$
$$64 + 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 117$$

Kemudian jika kita perhatikan pada tabel 1 di atas dapat dilihat ada 4 bit bilangan biner yang berisi digit 1 dan kalau dihitung menjadi bilangan desimal menjadi 15, maka dari itu bisa diambil suatu pengertian bahwa 4 bit mempunyai bobot nilai 15.

$(15)_{10} = (1\ 1\ 1\ 1)_2$ banyak bit 4
$15 = 16 - 1$
$= 2^4 - 1$ radik 2

Dari hasil yang terlihat di atas bilangan sebanyak 4 bit diganti dengan N atau radik, dimana bilangan 15 (nilai tertinggi 4 bit) diganti dengan B, berdasarkan itu dapat ditarik suatu kesimpulan menjadi sebuah rumus : $\underline{B = r^n - 1}$

Contoh : $(1\ 1\ 1\ 1\ 1)_2 = 2^5 - 1$
$= 32 - 1$
$= 31$

MENGUBAH BILANGAN DESIMAL MENJADI BILANGAN BINER

Pada umumnya untuk mengubah bilangan desimal menjadi bilangan radik lain dilakukan dengan mabagi bilangan dasar terus menerus. misalnya bilangan desimal 35 menjadi bilangan biner.

35 : 2 =17 sisa 1
17 : 2 = 8 sisa 1
8 : 2 = 4 sisa 0
4 : 2 = 2 sisa 0
2 : 2 = 1 sisa 0
1 : 2 = 0 sisa 1

Jadi bilangan desimal 35 menjadi bilangan biner ditulis dari hasil sisa pemangian dan disusun dari hasil pembagian terakhir, yaitu 1 0 0 0 1 1 .

Untuk menguji kebenaran hasil perubahan itu dilakukan dengan mengalikan bilangan dasar, yaitu :

$$1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$32 + 2 + 1 = 35.$$

Mengubah bilangan desimal ke bilangan biner seper diatas terlalu banyak menggunakan waktu bila bilangan desimal terlalu besar. Ada cara lain untuk menyelesaikannya yaitu dengan menguraikan terlebih dahulu bilangan desimal menjadi beberapa bilangan yang merupakan kelipatan 2^n atau 2^0, 2^1, 2^2, 2^3.................. 2^n.

Tabel 2.

Nomor Bit	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Bobot Bilangan	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Pada tabel 2 diatas berguna untuk mengetahui dari bit berapa hasil bilangan desimal akan dimulai. Penguraian ini harus berurutan dari bobot bilangan yang lebih kecil, untuk contoh kita ambil bilangan angka 35. Bilangan 35 adalah bilangan yang lebih kecil dari bilangan 64,

maka perkalian terlihat pada tabel 2 pada kolom 7. Untuk penguraiannya yang lain terlihat pada kolom 6,yaitu 32, jika kita ingin menghitung atau mendapat hasil 35, maka - penguraiannya adalah 32 + 3 = 32 + 2 + 1 .
Dari uraian diatas dapat diketahui yang berisikan angka - digit 1 adalah bit kolom 6,kolom 2 dan kolom 1, sehingga hasil bilangan biner didapat 1 0 0 0 1 1.

Contoh 1. Mengubah bilangan desimal 145 ke bilangan biner adalah 145 = 128 + 17
= 128 + 16 + 1

Bilangan digit yang terlihat diatas terdapat pada bit kolom 8,kolom 5 dan kolom 1, sehingga bilangan desimal 145 ke bilangan binernya adalah 1 0 0 1 0 0 0 1.

Contoh 2. Ubahlah bilangan desimal 451 ke bilangan biner.

451 = 256 + 195
= 256 + 128 + 67
= 256 + 128 + 64 + 3
= 256 + 128 + 64 + 2 + 1

Bilangan biner adalah 1 1 1 0 0 0 0 1 1 .

BILANGAN PECAHAN.

Dari uraian diatas telah diketahui penguraian perubahan sistem bilangan desimal ke bilangan biner dan sebaliknya. Untuk mengubha bilangan tersebut gunakanlah rumus :

$$(N)_r = d_0 \times r^0 + d_1 \times r^1 + d_2 + r^2 + \ldots\ldots d_n \times r^n.$$

Rumus diatas hanya berlaku untuk bilangan bulat atau bilangan utuh yang tidak bilangan pecahan.

Untuk mencari bilangan pecahan dapat dilakukan dengan rumus berikut : misalnya bilangan pecahan 0,75 bobotnya adalah 75/ 100 = 7/10 + 5/10 = $7 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$.

Dimana bilangat digit 7 diganti dengan d_{-1} dan digit 5 diganti dengan d_{-2}, maka dari uraian di atas dapat ditarik satu kesimpulan untuk rumus bilangan pecahan adalah sbb :

$$d_{-1}.r^{-1} + d_{-2}.r^{-2} + \ldots\ldots \quad \text{dan seterusnya.}$$

Bila rumus di atas digabungkan dengan rumus bilangan bulat, maka bisa diambil rumus umum untuk bilangan bulat dan bilangan pecahan.

$$(N)_r = d_n.r^n + d_{n-1}.r^{n-1} + \ldots\ d_2.r^2 + d_1.r^1 + d_0.r^0$$

$$+ \ldots\ d_{-1}.r^{-1} + d_{-2}.r^{-2} + \ldots\ d_{-n}.r^{-n}$$

dimana:

n = menunjukkan digit yang keberapa dihitung dari satuan.

d = digit yang dipergunakan.

r = bilangan dasar.

Contoh :

$$(35,27)_8 = (3x8^1) + (5x8^0) + (2x8^{-1}) + (7x8^{-2})$$

$$(34,25)_2 = (3x2^1) + (4x2^0) + (2x2^{-1}) + (5x2^{-2})$$

Untuk mengubah dari bilangan desimal yang mengandung bilangan pecahan menjadi bilangan radik dimana pada masing-masing bilangan bulat atau bilangan utuh dan bilangan pecahan dikerjakan sendiri-sendiri. Bilangan yang utuh dirobah dengan cara pembagian oleh radik terus menerus sampai habis. Kemudian untuk bilangan pecahan dirobah dengan cara mengalikan berturut-turut dengan radik baru yang dikehendaki. Setiap bilangan yang utuh yang dikalikan mendapatkan hasil yang utuh.

Untuk mempermudah pengertian kita dalam menyelesaikan perhitungan ini bilangan desimal maupun bilangan pecahan yang dirobah ke bilangan biner, di sini ada beberapa contoh soal yang bisa kita ambil pengertian yang bisa lebih mendalam.

Misalnya bilangan desimal 23,375,

Pada bagian yang utuh	Bilangan pecahan
23 : 2 = 11 sisa 1	0,375x2 = 0,750
11 : 2 = 5 sisa 1	0,750x2 = 1,500
5 : 2 = 2 sisa 1	0,500x2 = 1,000 (LSB)
2 : 2 = 1 sisa 0	
1 : 2 = 0 sisa 1 (MSB)	

Setelah dapat hasil bilangan utuh dari MSB dan bilangan pecahan LSB, maka dapat diperoleh hasil dari bilangan desimal pecahan 23,375 = 10111,011.

BILANGAN OKTAL

Bilangan oktal adalah suatu bialahgan yang terdiri dari delapan angka atau delapan digit yaitu dari angka 0,1,2-3,4,5,6 dan 7.Karena bilangan oktal ini hanya mempunyai delapan angka maka bilangan radiknya adalah 8 atau r = 8. Dari uraian di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa bilangan oktal ni tidak mempunyai angka 8 dan 9.Cara untuk mengetahui nilai desimalnya adalah dengan menggunakan rumus bobot bilangan diatas.

$$(N)_r = d_0 . r^0 + d_1 . r^1$$

Bila nilai N = 61

$$(61)_8 = 1x8^0 + 6x8^1$$
$$= 1 + 48 = 49$$

Contoh: Robahlah bilangan desimal 1257 ke bilangan oktal .

Jawab: $(1257)_8 = (7x8^0) + (5x8^1) + (2x8^2) + (1x8^3)$
$= 7 + 40 + 128 + 512$
$= (687)_{10}$

BILANGAN DUODESIMAL

Bila dalam bilangan desimal mempunyai radik sepuluh tapi pada bilangan duodesimal mempunyai radik lebih dari sepuluh yaitu 12 atau r = 12,maka dari itu banyak digit-nya adalah 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,t dan e.Dimana maksud da-ri bilangan t dan e adalah untuk menggantikan bilangan desimal 10 dan 11,sehingga nilai :

$$t = (10)_{10}$$

$$e = (11)_{10}$$

Untuk mengetahui nilai bilangan desimal dari bilangan duo desimal tetap menggunakan rumus bobot bilanagn N.

Contoh: Hitunglah nilai bilangan desimal dari bilangan duodesimal 4te.

Jawab:
$$\begin{aligned}(4\ te)_{12} &= (e x 12^0) + (t x 12^1) + (4 x 12^2) \\ &= e + (10 x 12) + (4 x 144) \\ &= 11 + 120 + 576 \\ &= (707)_{10}\end{aligned}$$

MENGUBAH BILANGAN DESIMAL KE BILANGAN OKTAL

Contoh: Rubahlah bilangan desimal 1675 menjadi bilangan oktal.

Jawab: Karena bilangan oktal bilangan dasarnya atau bilangan radiknya 8 maka bilangan de-simal 1675 dibagi dengan radik 8.

1675 : 8 = 209 sisa 3
209 : 8 = 26 sisa 1
26 : 8 = 3 sisq 2
3 : 8 = 0 sisa 3

Dari hasil diatas maka diambil pada hasil sisa yang dimulai dari hasil terbawah yaitu 3213. Jadi bilangan desimal 1675 dirobah ke bilangan oktal adalah sebesar $(3213)_{10}$.

MENGUBAH BILANGAN DESIMAL KE BILANGAN DUODESIMAL

Contoh: Robahlah bilangan desimal 4476 ke bilangan duodesimal.

Jawab: Karena bilangan dasr atau bilangan radik dari bilangan duodesimal 12 maka cara mencari nilai bilangan duodesimal dari bilangan desimal 4476 adalah dengan cara membagi bilangan radik 12 yaitu :

4476 : 12 = 373 sisa 0
373 : 12 = 31 sisa 1
31 : 12 = 2 sisa 7
2 : 12 = 0 sisa 2

Jadi bilangan desimal 4476 menjadi bilangan duodesimal adalah $(2710)_{12}$.

-Hitunglah besar nilai duodesimal dari angka desimal 3346.

Jawab:

3346 : 12 = 278 sisa 10 = t (LSD)
278 : 12 = 23 sisa 2
23 : 12 = 1 sisa 11 = e
1 : 12 = 0 sisa 12 =(MSD)

Jadi bilangan duodesimal dari bilangan desimal 3346 adalah $(1\ e\ 2\ t\ )_{12}$

BILANGAN HEKSADESIMAL

Bilangan Heksa desimal mempunyai bilangan dasar atau bilangan radik r = 16.Banyaknya digit adalah 16 yaitu 0,1 2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d,e dan f,Dimana huruf .....

a bernilai 10 = $(10)_{10}$
b bernilai 11 = $(11)_{10}$
c bernilai 12 = $(12)_{10}$
d bernilai 13 = $(13)_{10}$
e bernilai 14 = $(14)_{10}$
f bernilai 15 = $(15)_{10}$

Untuk mencari berapa besar nialai bilangan desimal menjadi bilangan Heksadesimal adalah dengan menggunakan rumus N seperti yang tertera dalam mencari nilai duodesimal diatas.

Contoh: Hitunglah nilai bilangan desimal dari bilangan Heksadesimal yaitu $(1a2b)_{16}$.

Jawab: $(bx16^0) + (2x16^1) + (ax16^2) + (1x16^3)$
$b + 32 + 10x256 + 4096$
$11 + 32 + 2560 + 4096$
$= (6699)_{10}$

MENGUBAH BILANGAN DESIMAL MENJADI BILNGAN HEKSADESIMAL

Untuk mengubah bilangan desimal menjadi bilangan Heksadesimal adalah bilangan desimal tersebut dibagi dengan bilangan dasar dari bilangan heksadesimal. Dimana bilangan dasar dari bilangan heksadesimal atau radik r= 16.

Contoh: Hitunglah bilangan desimal 6699 menjadi bilangan Heksadesimal.

Jawab: 6699 : 16 =418 sisa 11 atau b (LSB)
418 : 16 = 26 sisa 2
26 : 16 = 1 sisa 10 = a
1 : 16 = 0 sisa 1 atau (MSB)

Jadi bilangan desimal 6699 menjadi bilangan Heksadesimal $(1a2b)_{16}$.

MENGUBAH BILANGAN BINER MENJADI BILANGAN OKTAL

Pada umumnya untuk mengubah bilangan dasar ata radik yang satu dengan bilangan radik yang lain dapat dilakukan dengan mengubah bilangan desimal terlebih dahulu. Setelah menjadi bilangan desimal baru dilakukan mengubahan kesistem bilangan yang diinginkan .Untuk mengubah bilangan biner menjadi bilangan oktal adalah dengan cara mengelom - pokkan bit-bit bilangan biner tersebut,tiga-tiga dimulai dari LSB.Masimg-masing kelompok itu kemudian dibaca bobot bilangan atau nilai desimalnya.Susunan bobot bilanagn tersebut sudah merupakan bilangan.

Contoh: Tentukanlah besar nilai bilangan Oktal dari bilangan biner (11010111)

Jawab: $11010111 = \underset{3}{\underline{11}} \quad \underset{2}{\underline{010}} \quad \underset{7}{\underline{111}}$

$= (327)_8$

-Tentukan besar nilai bilangan oktal dari bilangan biner (110011011).

Jawab: $110011011 = \underset{6}{\underline{110}} \quad \underset{3}{\underline{011}} \quad \underset{3}{\underline{011}}$

$= (633)_8$

MENGUBAH BILANGAN OKTAL MENJADI BILANGAN BINER

Untuk mengubah bilangan oktal menjadi bilangan bi - ner dapat dilakukan dengan cara yaitu merupakan kebalikan dari proses yang dilakukan seperti mencari pengubah bilangan biner menjadi bilangan oktal di atas.Dalam hal ini masing-masing digit bilangan oktal yang diubah menjadi bilangan biner dikelompokkan dalam tiga bit,kemudian untuk menyusun kelompok bit itu sesuai dengan yang semula.

Contoh: Robahlah bilangan oktal 387 menjadi bilangan biner

Jawab: $(387)_8 = \frac{3}{011} \quad \frac{8}{1000} \quad \frac{7}{111}$

$= (111000111)_2$

MERUBAH BILANGAN BINER MENJADI BILANGAN HEKSADESIMAL

Untuk mengubah bilangan biner menjadi bilangan Heksadesimal dapat dilakukan dengan cara mengubah terlebi dahulu bilangan biner menjadi bilangan desimal.Kemudian dari bilangan desimal tersebut dirobah menjadi bilangan Heksadesimal dengan bilangan radiknya 16.Disamping itu ada juga cara lain yaitu mengubah langsung dengan mengelompokkan bilangan-bilangan biner tersebut masing-masing empat bit dimulai dari LSB.Susunan dari bobot bilangan pada masing-masing kelompok itu adalah sudah merupakan bilangan Heksadesimal.Untuk lebih memudahkan pengertian kiat tentang hal ini diambil sebuah contoh seperti yang terlihat dibawah :

Contoh: Tentukanlah besar nilai heksadesimal dari bilangan biner $(10111000111)_2$

Jawab: $(10111000111) = \frac{101}{5} \quad \frac{1100}{12} \quad \frac{0111}{7}$

$= (5\ C\ 7)_{16}$

Kemudian untuk merubah bilangan heksadesimal menjadi bilangan biner adalah merupakan kebalikan dari cara mencari dari bilangan biner ke bilangan heksadesimal di atas. Yaitu dengan mengubah secara langsung pada masing-masing digit bilangan heksadesimal menjadi bilangan biner dalam kelompok empat bit.

Contoh: Tentukanlah besar nilai bilangan heksadesimal $(493)_{16}$ menjadi bilangan biner.

Jawab: $(493)_{16} = \frac{4}{0100} \quad \frac{9}{1001} \quad \frac{3}{0011}$

Atau 4 = 0100
9 = 1001
3 = 0011
= $(10010010011)_2$

Tabel :

Sistem :	Desimal	Biner	Oktal	Duodesimal	Heksadesimal
Radik :	10	2	8	12	16
	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1
	2	10	2	2	2
	3	11	3	3	3
	4	100	4	4	4
	5	101	5	5	5
	6	110	6	6	6
	7	111	7	7	7
	8	1000	10	8	8
	9	1001	11	9	9
	10	1010	12	t	a
	11	1011	13	e	b
	12	1100	14	10	c
	13	1101	15	11	d
	14	1110	16	12	e
	15	1111	17	13	f
	16	10000	20	14	10

SOAL: UNTUK LATIHAN

1. Tentukanlah besar bobot bilangan dari:
   a. $(576)_8$ b. $(2e8t)_{12}$
   c. $(8df)_{16}$ d. $(1100110101)_2$
2. Robahlah bilangan desimal di bawah ini:
   a. 878 menjadi bilangan radik 8
   b. 237 menjadi bilangan radik 12

PECAHAN

Bilangan dalam matematika tidak selalu mempunyai hasil dengan bilangan yang bulat, artinya bilangan itu pasti mempunyai hasil yang berbentuk pecahan. Maka dari itu untuk mencari dalam bentuk bilangan pecahan yang mempunyai bilangan dasar 2 atau radik 2 adalah dengan mengalikan bilangan dasarnya. Bila bilangan dasarnya 2 maka bilangan pecahan itu dikalikan dengan 2. Sebagai contohnya adalah seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

1. Ubahlah bilangan desimal pecahan 0,625 menjadi bilangan biner.

   Jawab: 0,625x2 = 1,25 = 0,25 dengan bawaan 1
   0,25 x2 = 0,50 dengan bawaan 0
   0,50 x2 = 1,00 = 0 dengan bawaan 1

   Maka yang menentukan bilangan binernya adalah nilai bawaan yang dimulai dari urutan atas, yaitu 0,101. Kemudian untuk membuktikan kebenaran perhitungan itu harus menjadi angka desimal yang semula, caranya adalah sebagai berikut:

   $$0{,}101 = (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3})$$
   $$= (1 \times \tfrac{1}{2}) + 0 + 1/8$$
   $$= 0{,}5 + 0{,}125 = 0{,}625.$$

2. Robahlah bilangan desimal pecahan 0,85 menjadi bilangan biner.

Jawab: 0,85x2 = 1,70 = 0,70 dengan bawaan bernilai 1
0,70x2 = 1,40 = 0,40 dengan bawaan bernilai 1
0,40x2 = 0,80 = 0,80 dengan bawaan bernilai 0
0,80x2 = 1,60 = 0,60 dengan bawaan bernilai 1
0,60x2 = 1,20 = 0,20 dengan bawaan bernilai 1
0,20x2 = 0,40 = 0,40 dengan bawaan bernilai 0

Maka untuk menentukan bilangan biner yang berbentuk pecahan adalah dengan mengambil nilai bawaan tersebut yang dimulai dari atas sehingga diperoleh bilangan biner pecahan sebagai berikut : 0,110110

Dalam hal ini kita ambil atau kita hentikan sampai proses memperoleh 6 angka biner sebagai pendekatan. Kemudian untuk membuktikan kebenaran proses perhitungannya kita kembalikan dari bilangan biner yang dapat dicoba kembali ke bilangan desimal pecahan yang berbentuk angka semula, yaitu: 0,110110

$1x2^{-1} + 1x2^{-2} + 0 + 1x2^{-4} + 1x2^{-5} + 0$

1/2 + 1/4 + 0 + 1/6 + 1/32

0,5 + 0,25 + 0,0625 + 0,03125 = 0,85.

3. Robahlah angka pecahan desimal 21,6 kedalam bilangan biner.

Jawab: Untuk mencari angka pecahan 21,6 ini pertama kita lakukan dengan memisahkan angka bilangan bulat 21 dan angka pecahan 0,6. Maka angka bilangan bulat dibagi dengan bilangan radik 2 dan angka pecahan dikalikan dengan radik 2.

21:2 = 10 sisa 1
10:2 = 5 sisa 0
5:2 = 2 sisa 1
2:2 = 1 sisa 0
1:2 = 0 sisa 1
maka bilangan biner 10101

0,6x2 = 1,2 bawaan
= 0,2 bawaan 1
0,2x2 = 0,4 bawaan 0
0,4x2 = 0,8 bawaan 0
0,8x2 = 1,6
= 0,6 bawaan 1
0,6x2 = 1,2
= 0,2 bawaan 1
Maka bilangan binernya 0,10011

Sehingga bilangan 21,6 = 10101,10011

OPERASI BILANGAN

Dalam perhitungan matematika ada kita jumpai perhitungan penjumlahan, pengurangan, pembagian, perkalian dan sebagainya.

PENJUMLAHAN

Telah kita ketahui bahwa ada bermacam-macam sistem bilangan, dimana tiap bilangan mempunyai bilangan dasar atau radik. Angka yang terbesar dari masing-masing radik itu adalah bilangan radik dikurang satu (r-1). Misalnya bilangan desimal yang mempunyai radik 10 maka bilangan yang terbesar adalah 10-1 = 9 dan bilangan oktal bilangan radiknya 8 maka bilangan yang terbesarnya adalah 8-1 = 7 dan sebagainya.

Pada sistem penjumlahan angka, bila hasilnya melebihi dari angka yang terbesar maka kelebihan itu disimpan dan dimasukkan pada kelompok berikutnya.
Misalnya kita ambil salah satu contoh penjumlahan bilangan desimal dibawah ini:

$$\begin{array}{r} 495 \\ \underline{654} + \\ 1149 \end{array}$$

Dimana penjelasannya adalah sebagai berikut :

5 + 4 = 9 kolom pertama angka yang dipindah = 0
9 + 5 = 14 kolom kedua 14-10 = 4 dipindahkan 1
1 + 4 + 6 = 11 kolom ketiga 11-10 = 1 dipindahkan 1.

PENJUMLAHAN BILANGAN BINER

Penjumlahan digit-digit bilangan biner dapat dilakukan dengan cara seperti penjumlahan angka lainnya atau angka desimal. Dimana penjumlahan angka pada masing-masing digit mempunyai empat kemungkinan yaitu :

0 + 1 = 0 pindahan 0

0 + 1 = 1 pindahan 0

1 + 0 = 1 pindahan 0

1 + 1 = 1 pindahan 1

Contoh : Jumlahkan bilangan biner $(1101)_2$ dengan $(1111)_2$

Jawab :

```
      1 1 0 1
      1 1 1 1 +
    ----------
    1 1 1 0 0
```

<u>Penjelasan:</u>

1 + 1 = 0 kolom pertama sebelah kanan = 0 pindahan simpan 1

1 + 0 + 1 = 0 kolom kedua sebelah kanan = 0 pindahan simpan 1

1 + 1 + 1 = 1 kolom ketiga = 1 pindahan simpan 1

1 + 1 + 1 = 1 kolom keempat = 1 pindahan simpan 1

1 + 0 + 0 = 1 kolom kelima = 1 pindahan simpan 1

Jadi hasil keseluruhan diambil dari kolom kelima sampai kolom satu, yaitu : $(1\ 1\ 1\ 0\ 0)_2$

<u>PENGURANGAN BILANGAN BINER</u>

Pengurangan digit digit bilangan biner dapat dilakukan sama dengan pengurangan seperti angka lainnya. Dalam hal ini terdapat empat kemungkinan yang akan terjadi disaat pengurangan itu, diantaranya adalah:

0 - 0 = 0 pinjaman = 0

0 - 1 = 0 pinjaman = 1

1 - 0 = 1 pinjaman = 0

1 - 1 = 0 pinjaman = 0

Untuk memudahkan pengertian kita dalam melakukan perhitungan pengurangan bilangan biner diambil sebuah contoh:

Contoh : Kurangkan bilangan biner $(0\ 1\ 1\ 1)_2$ dari $(1\ 0\ 1\ 1)_2$

Jawab:

```
    1 0 1 1
    0 1 1 1 -
    --------
    0 1 0 0
```

Keterangan:

1 - 1 = 0 pinjaman 0
1 - 1 = 0 pinjaman 0
0 - 1 = 1 pinjaman 1
0 - 0 = 0 pinjaman 0

PERKALIAN

Pada hakekatnya sistem perkalian adalah suatu bentuk penjumlahan yang dilakukan berulang-ulang kali, misal: 5 x 4 = 20 hasil ini adalah merupakan penjumlahan 5 + 5 + 5 + 5 = 20.

Perkalian bilangan biner ini lebih mudah dan sangat sederhana sekali jika dibandingkan dengan bilangan lainnya. Karena bilangan biner ini terdiri dari angka 0 dan 1 dan perkalian bilangan digit 1 maka hasilnya juga tetap satu dan perkalian bilangan digit 0 maka hasilnya adalah 0.

Contoh: perkalian bilangan desimal

```
   8
   8 x
  --
  64
```

perkalian bilangan biner

```
      1000
      1000 x
      ----
      0000
     0000
    0000
   1000
   -------
   1000000
```

Dari contoh di atas terlihat merupakan proses pergeseran dan penjumlahan dari bilangan yang dikalikan. Prinsip seperti ini banyak dilakukan dalam proses register yang dapat menyimpan data atau informasi.

PEMBAGIAN

Pembagian adalah merupakan kebalikan dari perkalian dan juga dalam bentuk pengurangan.

Misalnya:1. 12 : 4 = 3 (bilangan desimal)

12 = bilangan binernya 1 1 0 0
3 = bilangan binernya 1 1

11/1100 = 100
11
0000

2. Tentukan besar nilai atau hasil pembagian bilangan desimal dari 60 dengan 15 dan cari dalam bentuk bilangan biner.

Desimal	Biner
15/ 60 = 4	1111/ 111100 = 100
60	1111
0	000000

BAB II

ALJABAR BOOLE DAN
RANGKAIAN LOGIKA

Logika adalah suatu pengertian yang memberi batasan yang pasti dalam suatu permasalahan yaitu apakah itu suatu tindakan yang benar atau tindakan yang salah, suatu hal yang baik dan yang buruk. Dalam permasalahan itu tidak dapat berada dalam dua keadaan salah atau benar.

Banyak diantara pemikir dan logika merupakan suatu upaya untuk mendapat jawaban yang pasti diantara dua kemungkinan itu.

Dalam teknik digital ada dua keadaan yang saling bertentangan, pada aljabar Boole menyatakan logika 1 dan loka 0.

Misalnya:	Logika 1	Logika 0
	Benar	Salah
	Basah	Kering
	Hidup	Mati
	Siang	Malam
	Positip	Negatip

Contoh di atas dapat ditulis sebagai berikut:

Tidak Benar	atau $\overline{\text{Benar}}$	= Salah
Tidak Basah	atau $\overline{\text{Basah}}$	= Kering
Tidak Hidup	atau $\overline{\text{Hidup}}$	= Mati
Tidak Siang	atau $\overline{\text{Siang}}$	= Malam
Tidak Positif	atau $\overline{\text{Positif}}$	= Negatif.

Tanda garis di atas menunjukkan arti bertentangan atau menyangkal, bila kita mengatakan putih maka artinya hitam, jadi tanda garis di atas mempunyai fungsi untuk menyatakan tidak (NOT).

Dan pada umumnya fungsi NOT ini dinyatakan sebagai berikut:

$\overline{A}$ = Tidak A atau $\overline{A}$ = NOT A.

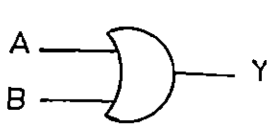
Rangkaian logika ini akrab sekali dengan Boole dan sangat berhubungan sekali dan sangat penting dalam Elektronik Digital, setelah mengetahui pelajaban ini diharapkan anda menggunakan aljabar Boole pada suatu rangkaian dengan fungsi rangkaian OR, AND, NOT (Inverter).

RANGKAIAN GERBANG OR

Rangkaian gerbang OR adalah suatu rangkaian logika dengan satu keluaran (Output) dan satu masukan atau beberapa masukan. Pengertian rangkaian OR menurut dalam aljabar Boole sama dengan penjumlahan masukan pada rangkaian tersebut. Rangkaian gerbang OR ini disebut juga gerbang ATAU yang mempunyai beberapa masukan dan satu keluaran. Simbol rangkaian gerbang OR menurut Malvino (1985, 87) bahwa simbol gerbang OR adalah seperti gambar 1.

Rangkaian gerbang OR ini mempunyai dua masukan A dan B dan mempunyai satu keluaran Y. Untuk menganalisa rangkaian gerbang OR ini terdiri masukan 0 dan 1, dimana pengertian dari 0 tidak ada tegangan sedangakan 1 menunjukkan ada tegangan. Rumus rangkaian OR yaitu $Y = A + B$.

Bila $A = 0$ dan $B = 0$, dengan kedua masukan itu pada kondisi 0 atau tidak ada tegangan, maka keluarannya menghasilkan 0 atau tidak ada tegangan yaitu $Y = 0$. Bila $A = 0$ dan $B = 1$, dengan kedua masukan yang berbeda yaitu $A = 0$ dan $B = 1$, maka keluaran menghasilkan 1. Hal ini dapat dibuktikan dengan memasukkan nilai A dan B pada rumus 1. Bila $A = 1$ dan $B = 0$, maka hasil dari keluaran rangkaian logika OR ini adalah 1. Bila $A = 1$ dan $B = 1$, maka hasil keluaran dari rangkaian logika OR ini tetap 1. Dari hasil analisa di atas dapat dibuat tabel kebenaran seperti yang terlihat pada tabel 3.

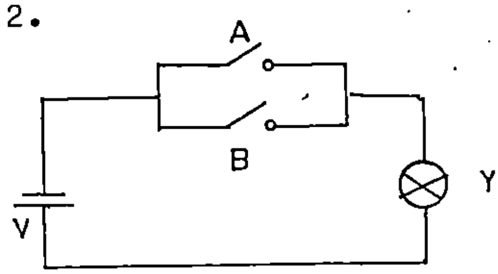


Gambar 1. Simbol OR

Tabel 3

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabel 1 di atas memperhatikan kondisi masukan dan keluaran pada sebuah rangkaian logika OR. Perhatikan benar-benar pada tabel 1 itu secara seksama dan ingatlah hal berikut ini : Gerbang OR memberikan keluaran 1 bila salah satu dari masukan dalam keadaan 1 atau A dan B dalam keadaan 1. Dengan kata lain Gerbang OR merupakan gerbang salah satu atau semua masukannya 1 maka keluarannya 1. Pada tabel kebenaran adalah suatu tabel yang memperlihatkan semua kemungkinan masukan/keluaran bagi sebuah rangkaian logika. Untuk memudahkan pengertian logika dapat dibuat rangkaian persamaan rangkaian logika OR seperti yang terlihat pada gambar 2.

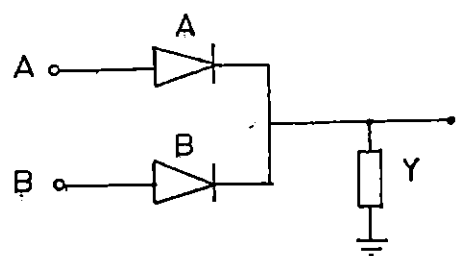


Gambar 2. Sakelar OR

Pada gambar rangkaian persamaan yang terlihat pada gambar 2 di atas terdiri dari sebuah sumber arus listrik, dua buah sakelar yang dihubungkan parallel, sebuah keluaran yang ditandai dengan sebuah lampu. Kita telah mengetahui secara umum bahwa bila lampu dialiri arus listrik, maka lampu tersebut akan menyala. Bila kedua sakelar A dan B dalam keadaan terbuka atau A dan B dalam kondisi 0, maka lampu Y dalam keadaan mati.

Lampu Y akan menyala bila salah satu sakelar A dan B dalam keadaan tertutup atau sakelar A dan B dalam keadaan logik 1. Tentunya kita akan bertanya mengapa hal seperti ini bisa terjadi ? Sebagaimana menurut prinsip rangkaian listrik, arus listrik akan mengalir apabila rangkaian itu tertutup. Jadi bila salah satu dari sakelar A dan B dalam keadaan tertutup maka arus akan mengalir ke arah lampu sehingga lampu yang terpasang pada rangkaian akan menyala.

Disamping rangkaian persamaan yang menggunakan sakelar yang ditunjukkan pada gambar 2, maka bisa juga diambil rangkaian persamaan rangkaian gerbang OR seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Gerbang OR dioda

Pada gambar 3 di atas rangkaian logika persamaan menggunakan komponen dioda yang berfungsi sebagai penghantar. Dimana prinsip dioda tersebut akan bekerja atau berfungsi sebagai penghantar apabila tegangan anoda lebih positif dari katoda. Apabila kedua masukan pada anoda pada kondisi 0 maka keluaran Y = 0. Tapi bila salah satu dioda kaki anoda pada kondisi 1, maka ada keluarannya 1 atau Y = 1.

OPERASI DUA KEADAAN

Kebanyakan pada rangkaian digital baik menggunakan dioda maupun transistor yang berfungsi sebagai sakelar untuk mengubah dari satu keadaan menjadi keadaan yang lain. Bila kita analisa suatu rangkaian digital, kita ingin mengetahui apakah suatu tegangan adalah rendah atau tinggi. Harga besar atau nilainya tidak penting, sepanjang tegangan tersebut dapat dibedakan sebagai tegangan rendah atau tinggi.

Pada rangkaian digital yang mempunyai tegangan rendah dinyatakan dengan angka 0 dan tengangan tinggi dinyatakan - dengan angka 1. Tegangan rendah itu mempunyai nilai diantara 0-2 volt dan tegangan tinggi bernilai diantara 4,5 - 10 volt.

Cara kerja rangkaian gambar 3 diatas adalah seperti yang ditunjukan pada tabel 4 . Pada tabel tersebut nilai 2 volt ≡ 0 dan nilai 1 = 10 Volt.

Tabel 4.

A	B	Y
2	2	2
2	10	10
10	2	10
10	10	10

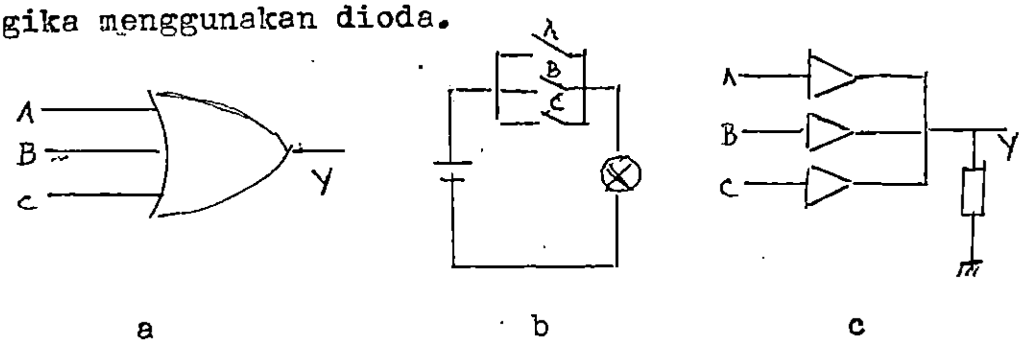
Pada saat A = 2 volt, B = 2 Volt maka keluaran Y = 2 volt.

Pada saat A = 2 Volt, B = 10 V maka pada keluaran Y = 10 Volt

Pada saat A = 10 Volt, B= 2 V maka pada keluaran Y = 10 Volt

OPERASI TIGA MASUKAN

Rangkaian gerbang tiga masukan seperti yang ditunjukan pada gambar 4. Gambar 4a adalah gerbang digital OR, gambar - 4b gerbang logika dengan sakelar dan gambar 4c adalah gerbang logika menggunakan dioda.



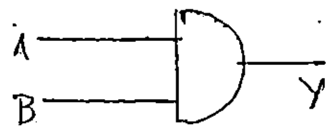
Gambar 4 Gerbang logika OR tiga masukan.

Pada gerbang logika tiga masukan diatas prinsip kerjanya sama dengan kerja gerbang OR dua masukan terdahulu. Keluaran Y = 1, jika salah satu masukannya dalam keadaan logik 1.

GERBANG LOGIKA AND

Gerbang logika AND disebut juga dengan gerbang DAN, Millman (19:162) mengemukakan bahwa: simbol dari gerbang OR adalah seperti yang ditunjukan pada gambar 5.

Gerbang logik AND yang terlihat pada gamba 5 terdiri dari 2masukan dan satu keluaran.



Gambar 5. Gerbang logik AND

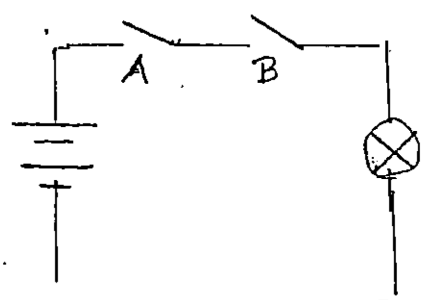
Cara kerja gerbang AND merupakan fungsi perkalian dari masukan, yaitu Y = A.B. Keluaran Y = 1 bila semua masukan dalam keadaan logik 1. Untuk lebih jelasnya dapat kita perhatikan pada tabel kebenaran 4

Tabel 4

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Jika A = 0 , B = 0 maka Y = 0
Jika A = 1 , B = 0,maka Y = 0
Jika A = 0 , B = 1.maka Y = 0
Jika A = 1 , B = 1,maka Y = 1.

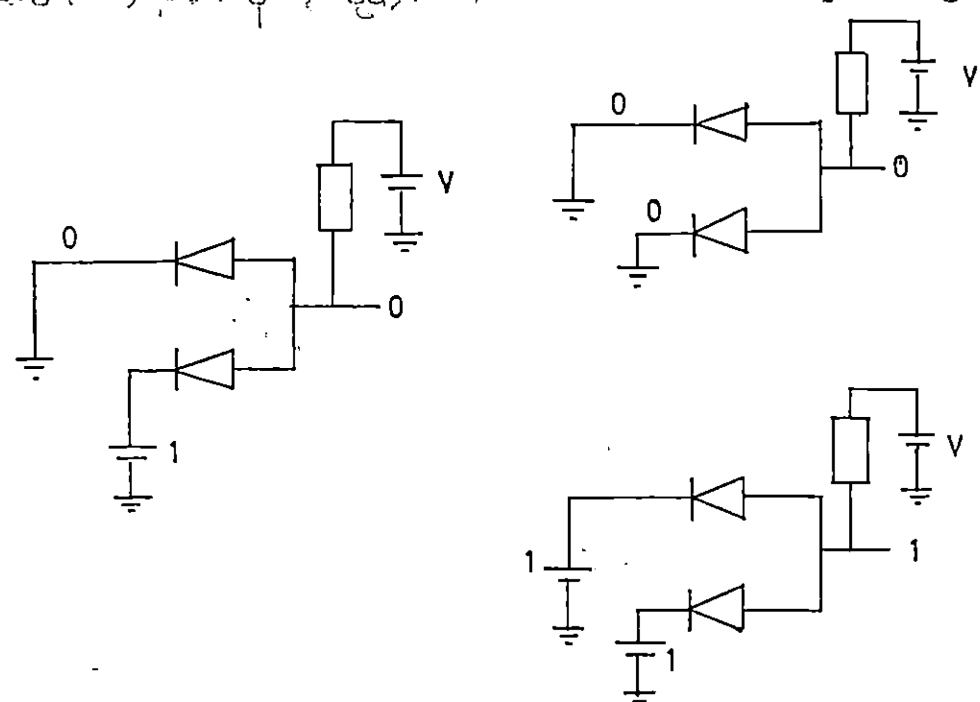
Bentuk rangkaian gerbang AND ini dapat diberi masukan lebih dari dua,dan rangkaian gerbang persamaannya bisa dengan menggunakan sakelar dan bisa juga dengan menggunakan dioda seperti yang ditunjukan pada gambar 6.



gambar 6. Gerbang AND Sakelar

Gambar 6 diatas terdiri dari gambar 6a dua sakelar yang dihubung seri,lampu akan hidup bila kedua sakelar dalam keadaan tertutup. Jika salah satu dari sakelar dalam keadaan terbuka maka lampunya mati = 0.Bila sakelar A kea daan tertutup dan sakelar B dalam keadaan terbuka lampunya dalam keadaan mati karena arus listrik tidak mengalir pada lampu itu. Begitu juga bila B tertutup dan A terbuka namun lampunya tetap dalam keadaan mati, tapi bila A dan B tertutup maka lampunya baru menyala. Jadi dapat diambil satu kesimpulan rangkaian persamaan logik atau gerbang AND lampu akan menyala bila kedua sakelar dalam keadaan tertutup. Tabel kebenarannya samadengan tabel 2 di atas. Begitu juga bila masukan menggunakan tiga masukan, maka pada rangkaian persamaan menggunakan tiga sakelar yang terhubung seri dan pada prinsipnya rangkaian gerbang AND ini bentuk rangkainnya adalah terhubung seri.

Bentuk lain rangkaian persamaan gerbang AND dapat dibuat dengan menggunakan dioda yang rangkaiannya seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini atau gambar 7. menurut Malvino (1985:88) mengemukakan bahwa: Gerbang logik AND yang menggunakan dioda adalah seperti gambar 7.



Gambar 7. Gerbang AND dioda

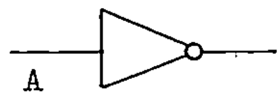
Gerbang AND yang menggunakan dioda di atas adalah rangkaian digital yang memberikan keluaran 1 bila semua masukan diberi logik 1. Untuk menganalisa rangkaian logik AND ini dapat diuraikan dengan 4 hal:

1. Bila A = 0 dan B = 0 atu semua masukan diberi logik 0 maka keluarannya menghasilkan logik 0. Mengapa bisa demikian karena arus dari baterey A dan B tidak bisa melalui dioda, hanya arus dari sumber 1 volt yang mengalir ke arah A dan B.
2. Bila A = 0 dan B = 1 keluaran dari rangkaian tersebut masih terhubung singkat ke tanah melalui dioda atas baterey. Maka dari itu keluaran rangkaian tetap dalam keadaan Y = 0.
3. Bila A = 1 dan B = 0 keluaran dari rangkaian AND tersebut tetap dalam keadaan Y = 0.
4. Bila A = 1 dan B = 1 maka dioda pada rangkaian tersebut dalam keadaan terbuka sehingga keluaran pada rangkaian tersebut adalah Y = 1.

Sebagaimana yang dijelaskan di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa gerbang AND akan mempunyai keluaran Y = 1, bila masukan A dan B dalam keadaan logik 1. Dengan kata lain semua masukan dalam keadaan logik 1.

GERBANG NOT

Gerbang rangkaian NOT disebut juga rangkaian Inverter atau pembalik dimana rangkaian ini mempunyai sebuah masukan dan sebuah keluaran. Yang dilakukan rangkain NOT ini hanyalah membalik bentuk masukan, maksudnya bila masukan berlogik 1 maka keluarannya berlogik 0 atau bila masukan logik tinggi maka keluarannya logik rendah. Simbol dari rangkaian gerbang NOT ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 8 di bawah ini. menurut Thomas C (1985: 64-66) Simbol gerbang NOT, adalah gambar 8 -



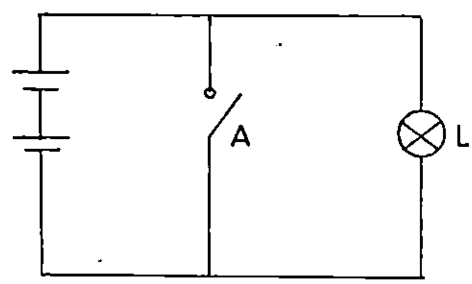
$Y = \overline{A}$

Tabel 5

A	Y
0	1
1	0

Gambar 8. Gerbang NOT

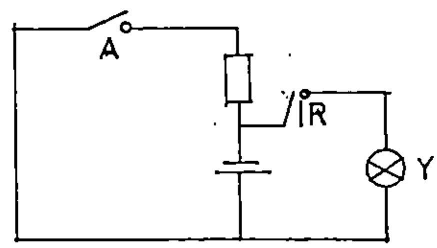
Pada rangkaian gerbang NOT di atas bentuk tabel kebenaran adalah seperti yang terlihat pada tabel 3. Dimana pada tabel tersebut terlihat bila masukan 0 maka keluaran nya adalah 1 dan bila masukannya logik 1 maka pada keluarannya adalah 0. Rangkaian gerbang NOT ini atau rangkaian Inverter bentuk rangkaian persamaannya adalah seperti yang terlihat pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Gerbang NOT **sakelar**

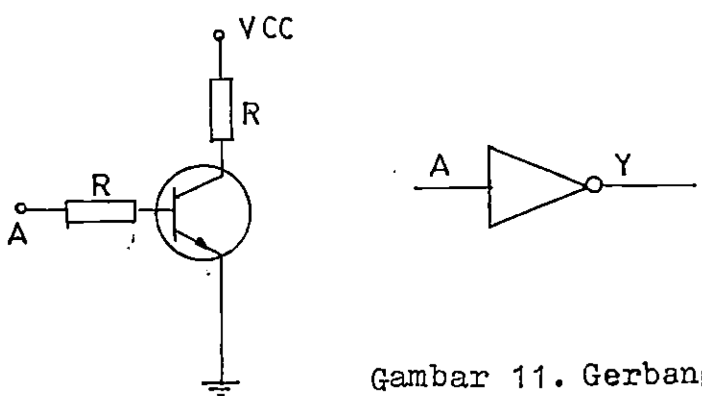
Pada gambar 9 di atas bila sakelarnya dalam keadaan terbuka, maka lampu yang terpasang pada rangkaian itu akan menyala dimana sakelar yang dalam keadaan terbuka sama dengan masukan dalam keadaan logik 0 dan lampu yang menyala menunjukkan keluaran dari rangkaian tersebut berlogik 1. Kemudian bila sakelarnya dalam keadaan tertutup berarti masukan pada rangkaian NOT tersebut berlogik 1, maka lampu yang terpasang pada rangkaian dalam keadaan mati atau keluaran rangkaian tersebut berlogik 0. Mengapa bisa demikian ? karena rangkaian listrik tersebut terhubung singkat sehingga arus dari baterey tidak mengalir pada lampu yang terpasang tapi arus tersebut mengalir pada sakelar.

Disamping rangkaian persamaan di atas bisa juga dibuat rangkaian persamaan yang lain yaitu dengan sebuah relay yang rangkaiannya seperti yang terlihat pada gambar 10 di bawah ini.



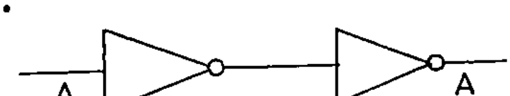
Gambar 10. Gerbang NOT relay

Disamping rangkaian itu ada juga rangkaian persamaan yang lain yaitu seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini yaitu sebuah rangkaian elektronika yang merupakan satu tingkat rangkaian penguat. Bila kita perhatikan rangkaian gerbang NOT gambar 11 tersebut yaitu masukan A dihubungkan pada kaki Base transistor melalui tahanan R dan keluarannya diambil pada kaki kolektor.



Gambar 11. Gerbang NOT transistor

Kemudian jika dua rangkaian gerbang NOT ini dihubungkan seperti yang terlihat pada gambar 12 di bawah ini, maka rangkaian menghasilkan sebuah rangkaian penguat yang tidak membalik phase yang identik dengan sinyal masukannya. Jika sinyal yang keluar pada rangkaian sama dengan sinyal masukannya.



Gambar 12.

OPERASI GERBANG NOT

Jika masukan A = 0 pada gerbang NOT maka keluarannya adalah 1 dan begitu juga sebaliknya jika masukan 1 maka keluarannya adalah 0.

Menurut Aljabar Boole $Y = \overline{A} = \overline{0} = 1$

Bila A = 1, $Y = \overline{A} = \overline{1} = 0$

HUKUM DAN TEORI LOGIKA.

Aljabar Boole pada dasarnya menggunakan hukum-hukum dan teori logika dalam mencari pada suatu perhitungan. Hukum dan teori logika ini dipergunakan untuk memecahkan masalah dan juga untuk merencanakan suatu rangkaian logika (digital). Dalam rangkaian teknik Digital untuk menentukan bentuk hasil yang dikeluarkan oleh rangkaian itu tergantung dari variabel masukannya. Gatot (... : 62) bahwa :

TEORI LOGIKA

1. $A + 0 = A$	2. $A \cdot 0 = 0$	3. $A + 1 = A$
4. $A \cdot 1 = A$	5. $A + A = A$	6. $A \cdot A = A$
7. $A + \overline{A} = 1$	8. $A \cdot \overline{A} = 0$	9. $\overline{\overline{A}} = A$

HUKUM KOMUTATIP

Jika dua masukan pada rangkaian gerbang OR maka pada keluarannya adalah sama, yaitu: $A + B = B + A$

$A \cdot B = B \cdot A$

HUKUM ASOSIATIP

$$A + B + C = A + (B + C) = B + (A + C) = C + (A + B)$$

$$A \cdot B \cdot C = A \cdot (B \cdot C) = B \cdot (A \cdot C) = C \cdot (A \cdot B)$$

HUKUM DISTRIBUTIP

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$
$$A + (B + C) = (A + B) + C$$
$$A (B \cdot C) = (A \cdot C) C$$
$$(A + B) (A + C) = A + (B + C)$$

Persamaan ini dapat dibuktikan dengan menggunakan Hukum Asosiatip yang kedua.

$$\begin{aligned} (A + B) (A + C) &= AA + AC + BA + BC \\ &= A + AC + BA + BC \\ &= A (1 + C) + BA + BC \\ &= A + BA + BC \\ &= A (1 + B) + BC \\ &= A + BC \end{aligned}$$

PERSAMAAN ALJABAR BOOLE

$$A + AB = A$$
$$A + \overline{A}B = A + B$$
$$A (A + B) = A$$
$$(A + B) B = AB$$
$$\overline{A + B} = \overline{A}\,\overline{B}$$
$$\overline{A\,B} = \overline{A} + \overline{B}$$
$$AB + AB = A$$
$$A\overline{B} + \overline{A}.B = (A + B) (\overline{A}\,\overline{B}) = (A + B) (\overline{A} + \overline{B})$$
$$\overline{\overline{A}B + A\overline{B}} = AB + \overline{A}\overline{B}$$
$$AB + \overline{A}\overline{B} = (A + \overline{B}) (\overline{A} + B)$$

Contoh:

$$\begin{aligned} A \cdot (B + C) &= \overline{A} + (\overline{B + C}) \\ &= \overline{A} + \overline{B} \cdot \overline{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{A \cdot (B \cdot C)} &= \overline{A} + (\overline{B \cdot C}) \\ &= \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} \end{aligned}$$

Contoh:

1. Diketahui sebuah persamaan keluaran dari sebuah rangkaian digital adalah $Y = (A \overline{B} + B (\overline{A + B}) = 0$

   Jawab:

   $$\begin{aligned} Y &= (A \overline{B} + B) (\overline{A + B}) \\ &= (A \overline{B} + B) (\overline{A} . \overline{B}) \\ &= A \overline{B} \ . \ \overline{A} \overline{B} + B . \overline{A} \overline{B} \\ &= A \overline{A} . \overline{B} \overline{B} + B \overline{B} . \overline{A} \\ &= 0 \quad \overline{B} + 0 \quad \overline{A} \\ &= 0 \end{aligned}$$

2. Buktikanlah sebuah persamaan di bawah ini:

   $Y = (A + \overline{B} + \overline{C}) (A + \overline{B} C) = A + \overline{B}C$

   Jawab:

   $$\begin{aligned} & AA + A\overline{B}C + A\overline{B} + \overline{B}\overline{B}C + A\overline{C} + \overline{C}\overline{B}C \\ & A + A\overline{B}C + A\overline{B} + \overline{B}C + A\overline{C} + 0 \\ & A (1 + \overline{B}C) + A\overline{B} + \overline{B}C + A\overline{C} \\ & A + A\overline{B} + \overline{B}C + A\overline{C} \\ & A (1 + \overline{B}) + \overline{B}C + A\overline{C} \\ & A + \overline{B}C + A\overline{C} \\ & A (1 + \overline{C}) + \overline{B}C \\ & A + \overline{B}C \end{aligned}$$

3. Buktikanlah sebuah persamaan yang keluar dari sebuah rangkaian sebagai berikut: $Y = (A+\overline{B}+C)(A+\overline{B}+\overline{C})(A+B+C)$

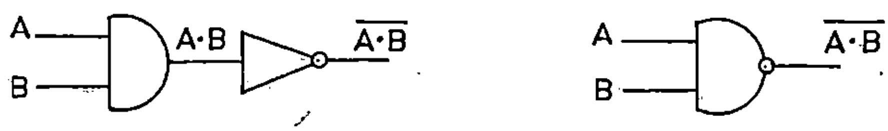
   Jawab: misalkan $A + \overline{B} = P$, maka persamaan di atas menjadi:

   $$\begin{aligned} Y &= (P + C) (P + \overline{C}) (A + B + C) \\ &= (PP + P\overline{C} + CP + C\overline{C}) (A + B + C) \\ &= P + P\overline{C} + CP + C\overline{C} (A + B + C) \\ &= P (1 + \overline{C}) + CP + C\overline{C} (A + B + C) \\ &= P + C\overline{C} (A + B + C) \\ &= P (A + B + C) \end{aligned}$$

   Setelah didapat harga terakhir di atas maka masukkan kembali harga yang dimisalkan tadi.

GERBANG NAND

Rangkaian gerbang NAND adalah sebuah rangkaian gabungan antara rangkaian AND dengan gerbang NOT,atau sutu rangkaian gerbang AND yang mempunyai inverter pada keluarannya. Simbol dari rangkaian gerbang NAND ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 13 dibawah ini :



Gambar 13 : Gerbang NAND

Pada gambar 13a adalah gabungan rangkaian gerbang AND yang diinverter dengan gerbang NOT dan gambar 13b adalah rangkaian gerbang AND yang diinverter.Tabel kebenaran dari rangkaian NAND ini adalah seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini,dan persamaan kelmarannya adalah: $Y = \overline{A \cdot B}$

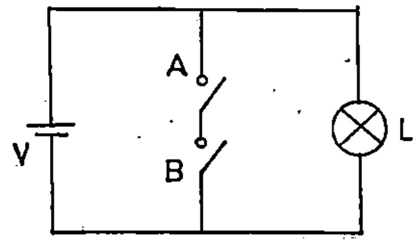
Tabel 6

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$Y = \overline{A . B}$

Dari tabel diatas dapat ditarik suatu kesimpmlan bahwa bila salah satu atau kedua masukannya dalam keadaan logik 0 maka keluarannya akan menghasilkan logik 1.Bila semua masukannya berlogik 1 maka keluarannya adalah 0.

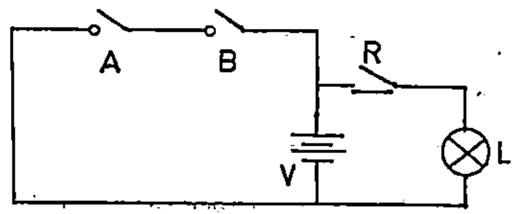
Dari simbol rangkaian gerbang NAND di atas untuk lebih memudahkan pengertian kita dapat dibuat rangkaian persamaan seperti gambar 14 dibawah ini :



Gambar 14: Gerbang NAND sakelar

Rangkaian persamaan di atas merupakan suatu rangkaian listrik dimana berfungsi sebagai masukannya adalah saklar yang dihubung seri sebanyak 2 buah dan kedua saklar tersebut diparalel dengan lampu yang berfungsi sebagai pertanda keluaran dari rangkaian tersebut.Bila kedua saklar itu dalam keadaan terbuka maka lampu yang terpasang pada rangkaian terlihat menyala yang berarti keluaran rangkaian itu berlogik 1.Kemudian bila saklar A dalam keadaan tertutup dan saklar B dalam keadaan terbuka lampunya tetap dalam keadaan menyala atau 1.Begitu juga bila saklar A terbuka dan saklar B dalam keadaan tertutup maka lampunya tetap dalam keadaan menyala.Tapi bila kedua saklar A dan B dalam keadaan tertutup maka lampunya dalam keadaan mati atau logik 0,karena arus listrik dari baterai lebih cenderung mengalir pada sakelar yang dalam keadaan terhubung atau tertutup sehingga lampu yang terpasang pada rangkaian akan mati.

Rangkaian persamaan NAND ini dapat juga dibuat seperti yang terlihat pada gambar 15 dibawah ini.Rangkaian ini berbeda sedikit dengan rangkaian gambar 14 diatas.

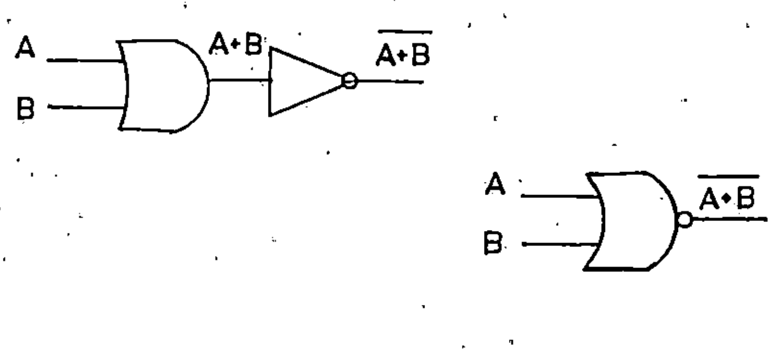


Gambar 15: Gerbang NAND relay

Pada gambar 15 diatas yang membuat lampu pada rangkaian bisa menjadi mati dan bisa menjadi hidup adalah dengan menggunakan sebuah relay yang berfungsi sebagai saklar untuk memutuskan dan menghubungkan penghantar arus listrik dari battery. Bila kedua saklar A dan B dalam keadaan terbuka (A=0 dan B=0) maka relay hidup sehingga saklar S tertutup dan lampunya menyala atau Y = 1. Begitu juga bila salah satu dari sakalar A dan B terbuka atau tertutup lampunya tetap menyala atau keluaran dari rangkaian NAND ini logik 1. Bila kedua saklar dalam keadaan tertutup (A=1 dan B=1) maka relay bekerja atau atau aktif dan saklar S tertarik atau terbuka maka lamnya mati atau Y = 0.

GERBANG NOR

Bentuk rangkaian gerbang NOR adalah merupakan suatu gabungan pintu OR dengan gerbang NOT, atau rangkaian gerbang OR yang mempunyai inverter pada keluarannya. Sehingga pada keluarannya merupakan fungsi rangkaian NOT dari hasil keluaran rangkaian OR. Simbol dari rangkain NOR adalah seperti yang terlihat pada gambar 16 dibawah ini:



Gambar 16 Gerbang NOR

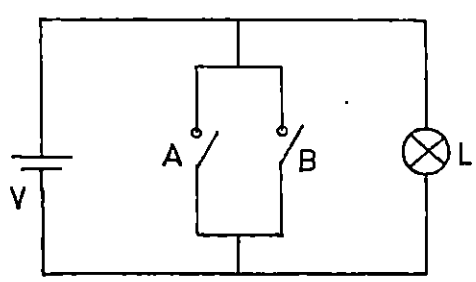
Keluaran dari rangkaian gerbang NOR akan menghasilkan 1 atau Y = 1 bila semua masukan adalah 0 atau masukan A = 0 da 0 dan B = 0. Untuk mendapatkan bukti kebenaran hasil di atas dapat dicari dengan menggunakan rumus $Y = \overline{A + B}$. Tabel kebenaran dari rangkaian gerbang NOR ini adalah seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Bila masukan A = 0 dan B = 0 maka keluarannya Y = 1. Bila masukan A = 1 dan B = 0 maka Y = 0, begitu juga bila A = 0 dan B = 1 maka Y = 0. Begitu juga masukan A = 1 dan B = 1 maka Y dari gerbang NOR ini adalah 0. Dari tabel kebenaran di atas dapat diambil suatu kesimpulan ba bahwa keluaran Y = 1 bila semua masukan dalam keadaan logik 1.

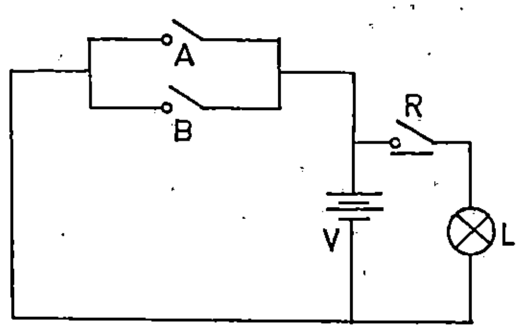
Untuk memudahkan pengertian kita tentang rangkaian NOR ini dapat dibuat rangkaian persamaan seperti yang terlihat pada gambar 17 dibawah ini :



Gambar 17 : Gerbang NOR sakelar

Pada gambar diatas terdiri dari sebuah sumber listrik sebesar 6 volt DC,sebuah lampu sebagai pertanda bahwa rangkaian gerbang NOR berlogik 1 atau berlogik 0. Sedangkah dua saklar yang terpasang paralel adalah sebagai masukannya,dimana dalam teknik listrik bahwasanya saklar itu berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus listrik.Jadi jika kita perhatikan pada gambar diatas bila kedua saklar tersebut dalam keadaan terbuka atau masuka A dan B = 0 maka lampu yang terpasang pada rangkaian terlihat dalam keadaan menyala.Bila salah satu dari saklar atau A = 1 dan B = 0 maka lampu yang terpasang pada rangkaian menjadi menjadi mati atau Y=0. Mengapa bisa demikian karena arus listrik cenderung mengalir pada saklar A sehingga lampunya menjadi mati.Betu juga bila saklar B tertutup atau B = 1 dan A = 0 maka lampu yang terpasang pada rangkaian menjadi mati.Dari penguraian di atas maka tabel kebenaran persis seperti yang dijelaskan.

Disamping rangkaian persamaan di atas dapat juga dibuat rangkaian persamaan dengan menggunakan tambahan sebuah relay sebagai penyambung dan pemutus arus yang digerakkan oleh elektromagnet.Bentuk rangkaian adalah seperti yang terlihat pada gambar 18 di bawah ini :

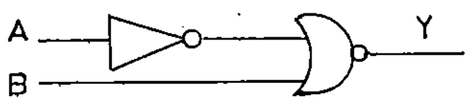


Gambar 18.Gerbang NOR relay

Cara kerja rangkaian persamaan di atas bila kedua sakelar A dan B dalam keadaan terbuka maka sakelar S dalam keadaan tertutup maka lampu yang terpasang pada rangkaian itu dalam keadaan hidup atau berlogik 1. Bila sakelar A dan B salah satu dalam keadaan tertutup, maka sakelar S menjadi terbuka maka arus dari sumber listrik tidak mengalir pada lampu sehingga menjadi mati atau $Y = 0$.

Contoh:

1. Tuliskan persamaan Boole dari sebuah rangkaian yang terlihat pada gambar di bawah ini, hasil keluaran dan tabel kebenaran.



Jawab: Rangkaian di atas terdiri dari rangkaian NOT yang masuk pada rangkaian OR, sehingga persamaan dapat dibuat sebagai berikut: $Y = \overline{A} + B$

a. Bila $A = 0$ dan $B = 0$,
maka $Y = \overline{A} + B = \overline{0} + 0 = 1 + 0 = 1$

b. Bila $A = 0$ dan $B = 1$,
maka $Y = \overline{A} + B = \overline{0} + 0 = 1 + 1 = 1$

c. Bila $A = 1$ dan $B = 0$,
maka $Y = \overline{A} + B = \overline{1} + 0 = 0 + 0 = 0$

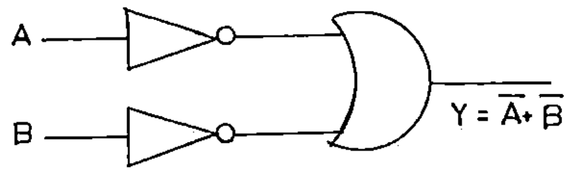
d. Bila $A = 1$ dan $B = 1$,
maka $Y = A + B = 1 + 1 = 0 + 1 = 1$

Dan tabel kebenarannya adalah sebagai berikut:

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

2. Gambarkanlah rangkaian digital dari persamaan $Y = \overline{A} + \overline{B}$ dan buatlah tabel kebenarannya.

Jawab: Bentuk rangkaiannya



a. Bila A = 0 dan B = 0,
maka $Y = \overline{A} + \overline{B} = \overline{0} + \overline{0} = 1 + 1 = 1$

b. Bila A = 0 dan B = 1,
maka $Y = \overline{A} + \overline{B} = \overline{0} + \overline{1} = 1 + 0 = 1$

c. Bila A = 1 dan B = 0,
maka $Y = \overline{A} + \overline{B} = \overline{1} + \overline{0} = 0 + 1 = 1$

d. Bila A = 1 dan B = 1,
maka $Y = \overline{A} + \overline{B} = \overline{1} + \overline{1} = 0 + 0 = 0$

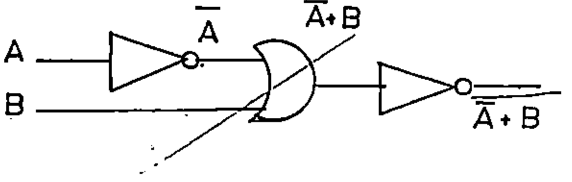
Tabel kebenaran dari rangkaian di atas adalah sbb:

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3. Tentukan persamaan Boole dari rangkaian yang terlihat di bawah ini dan buatlah bentuk rangkaian persamaannya serta buat tabel kebenaran dari rangkaiannya.

Jawab: Bentuk persamaan yang keluar dari rangkaian tsb.

$$Y = \overline{\overline{A} + B}$$
$$= \overline{\overline{A}} + \overline{B}$$
$$= A + \overline{B}$$

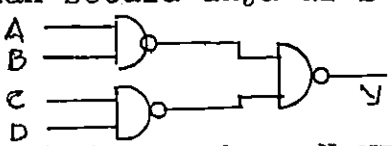


a. Bila A = 0 dan B = 0, maka $Y = A + \overline{B} = 0 + \overline{0} = 0 + 1 = 1$
b. Bila A = 0 dan B = 1, maka $Y = A + \overline{B} = 0 + \overline{1} = 0 + 0 = 0$
c. Bila A = 1 dan B = 0, maka $Y = A + \overline{B} = 1 + \overline{0} = 1 + 1 = 1$
d. Bila A = 1 dan B = 1, maka $Y = A + \overline{B} = 1 + \overline{1} = 1 + 0 = 1$

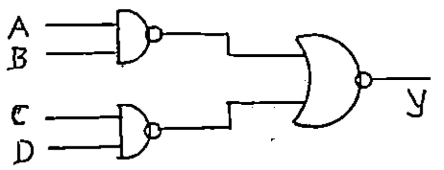
Bentuk tabel kebenaran dari persamaan di atas adalah seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

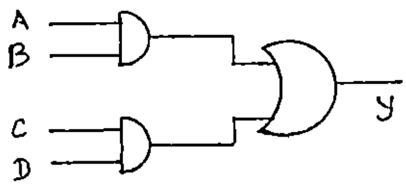
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

4. Buatlah rangkaian persamaan digital di bawah ini dan buktikanlah secara aljabar Boole.

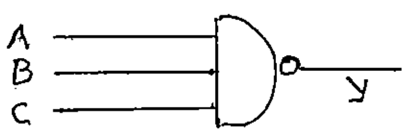


Jawab: Rangkaian gerbang NAND yang terlihat di atas di robah dengan rangkaian persamaan dengan menggunakan gerbang OR dengan memberi tanda Y yang bergelembung seperti yang terlihat pada gambar bagian B. Dari gambar bagian B bisa juga disederhanakan lagi dengan bentuk gambar C.





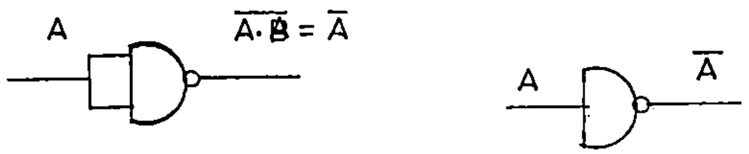
5. Buktikanlah sebuah rangkaian gerbang NAND yang mempunyai tiga masukan yang rangkaiannya adalah seperti yg terlihat pada gambar di bawah ini dan buatlah rangkaian persamaannya dengan menggunakan rangkaian gerbang OR.



Jawab: Keluaran dari rangkaian gerbang NAND pada gambar di atas merupakan yang terdiri dari rangkaian gerbang AND dan sebuah rangkaian gerbang NOT. Ketiga masukan dari rangkaian gerbang AND di atas

INVERTER

Pada rangkaian gerbang NOT dapat diganti dengan rangkaian gerbang NAND yaitu dengan menggabungkan semua masukan menjadi satu seperti yang terlihat pada gambar rangkaian di bawah ini, gambar 19.



Gambar 19 Gerbang NAND

Bila masukan atau A = 0, maka keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian gerbang NAND, yaitu:

$$\overline{AA} = \overline{0.0} = 1 = \overline{A}$$

Kemudian jika masukan A = 1, maka keluarannya adalah:

$$\overline{A.A} = \overline{1.1} = 0 = \overline{A}$$

Berdasarkan dari itu maka mulai saat ini dalam penggunaan rangkaian gerbang NAND sebagai gerbang NOT banyak menggunakan seperti yang diperlihatkan pada gambar 19 di atas.

BAB III

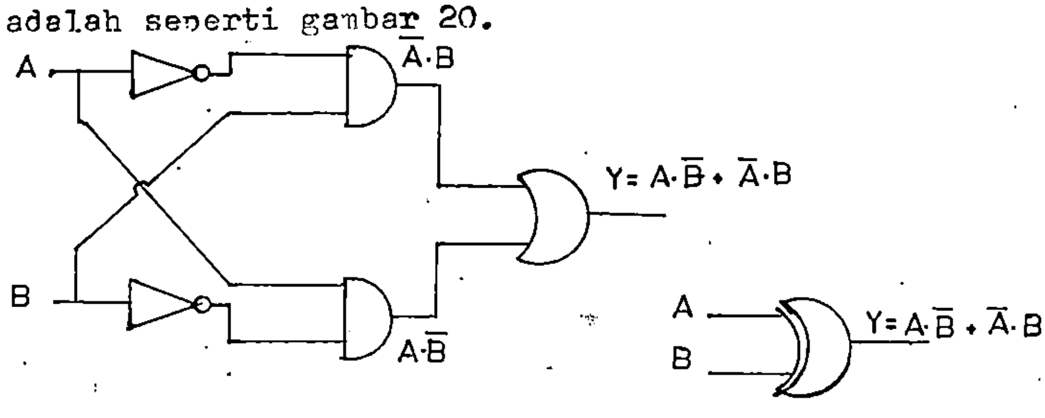
RANGKAIAN ARITMATIK

Dalam teknik elektronika rangkaian teknik digital ini sangat mengasikkan dimana kita dapat membentuk sutu rangkaian yang dapat meyakinkan kita daham pembuatannya.Dengan menghubungkan rangkaian gerbang AND, OR dan NOT kita dapat membentuk rangkaian yang bersifat penjumlahan dan pengurangan karena pada rangkaian elektronika ini proses kerjanya sangat unuk dan cepat, sehingga secara umum dalam permasalahannya perhitungan penjumlahan dapat diselesaikan dalam mikrodetik.

Dalam Bab ini kita membahas beberapa rangkaian Aritmatik dasar seperti rangkaian gerbang exlusive OR.

GERBANG EXLUSIVE OR

Gerbang exlusive OR merupakan suatu rangkaian yang terdiri dari gerbang NOT,AND dan OR.Gerbang exlusive ini disingkat dengan EX-OR dimana rangkaian ini mempunyai masukan dua dan satu keluaran yang disebut dengan Y.Bentuk rangkaian gerbang EX-OR ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 20,hal ini menurut Thomas (1985 :149) menyatakan bahwa : gerbang exlusive OR adalah seperti gambar 20.



Gambar 20.

Pada rangkaian gerbang exlusive OR keluaran akan menjadi 1 bila salah satu dari inputnya berlogik 1.Rumus keluaran rangkaian gerbang EX-OR ini adalah $Y = A\overline{B} + \overline{A}B$ untuk dua masukan tapi bila menggunakan tiga masukan adalah $Y = A\overline{BC} + \overline{A}B\overline{C} + \overline{AB}C$.
Dari rumus di atas dapat dibuat tabel kebenarannya seperti yang terlihat di bawah ini :

Tabel 8

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$Y = A\overline{B} + \overline{A}B$$

Keluaran akan ada 1 bila salah satu masukan dalam keadaan 1.
Tabel di atas adalah untuk dua masukan.Kemudian .jika rangkaian gerbang Exlusive itu mempunyai 3 masukan maka tabel kebenarannya adalah seperti yang terlihat dibawah ini :

tabel 9

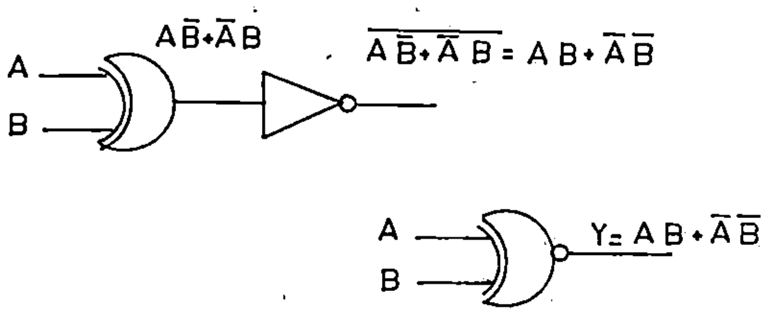
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$$Y = A\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}\,\overline{B}C$$

Keluaran akan ada 1 bila salah satu masukannya dalam keadaan 1.

GERBANG KOMPARATOR/EXCLUSIVE NOR

Gerbang komparator adalah suatu rangkaian yang dikombinasikan beberapa rangkaian gerbang NOT, AND dan OR Rangkaian gerbang komparator disebut juga dengan rangkaian gerbang perbandingan, karena rangkaian tersebut berfungsi sebagai pembanding dua masukan atau beberapa masukan, dimana apakah hasilnya akan sama atau tidak. Bila semua masukannya sama dengan 0 atau sama dengan 1, maka keluarannya adalah 1. Begitu juga sebaliknya bila masukannya tidak sama, dengan pemberian masukannya ada yang 0 dan ada satu, maka keluarannya akan 0. Bentuk gerbang komparator ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 21 di bawah ini.



Gambar 21.
Gerbang rangkaian komparator

Dari rangkaian gambar 21 di atas dapat diuraikan bentuk persamaan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian gerbang komparator untuk dua masukan adalah sebagai berikut: $Y = A\,B + \bar{A}\,\bar{B}$. Hasil keluaran tersebut merupakan keluaran dari rangkaian gerbang Exclusive OR yang di NOT kan. Hal ini dapat dibuktikan atau diuraikan sebagai rangkaian berikut.

$$Y = A\,\bar{B} + \bar{A}\,B$$

Exclusive OR kemudian di NOT kan.

$$\overline{\bar{A}\,B + \bar{A}\,B}$$

$$\overline{A\,\bar{B}}\,.\,\overline{\bar{A}\,B}$$

$$(\bar{A} + B).(A + \bar{B})$$

$$A\bar{A} + AB + \bar{A}\bar{B} + A\bar{B}$$

$$= A\,B + \bar{A}\,B$$

Dimana $A\,\bar{A}$ dan $A\,\bar{B}$ menurut hukum Boole adalah hilang. Tabel kebenaran dari rangkaian di atas yang merupakan rangkaian gerbang komparator ini adalah sebagai berikut:

Tabel kebenaran

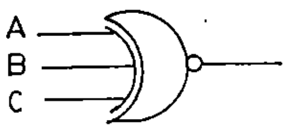
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$Y = A\,B + \bar{A}\,\bar{B}$

Keluaran gerbang komparator akan ada 1 bila kedua masukan sama dan keluaran 0 bila salah satu dari masukannya tidak sama.

Kalau di atas diuaraikan gerbang komporator dua masukan, tentunya rangkaian gerbang komparator ini mempunyai lebih dari dua masukan. Untuk tiga masukan rangkaian komparator ini mempunyai persamaan sebagai berikut: $Y = ABC + \bar{A}\bar{B}\bar{C}$.

Bentuk rangkaian dari gerbang komparator tiga masukan adalah seperti gambar 22 yang terlihat di bawah ini:



Gambar 22

Gerbang komparator tiga masukan

Tabel kebenaran dari gerbang tiga masukan tersebut adalah seperti tabel di bawah ini:

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

$Y = ABC + \bar{A}\bar{B}\bar{C}$

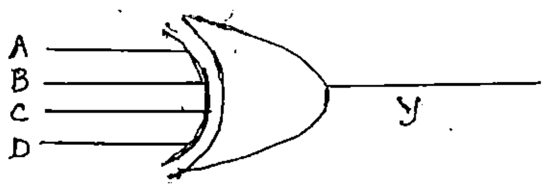
Dari tabel ini dapat diambil kesimpulan bahwa keluaran dari rangkaian gerbang komparator ini akan ada 1 bila semua masukannya sama, dan keluarannya akan ada 0 bila salah satu dari masukannya tidak sama.

Rangakain gerbang komparator di atas dapat juga disebut dengan rangkaian Exclusive NOR = EX NOR.

Contoh:

1. Buatlah suatu rangkaian Exclusive OR yang mempunyai 4 buah masukan dan pula tabel kebenarannya.

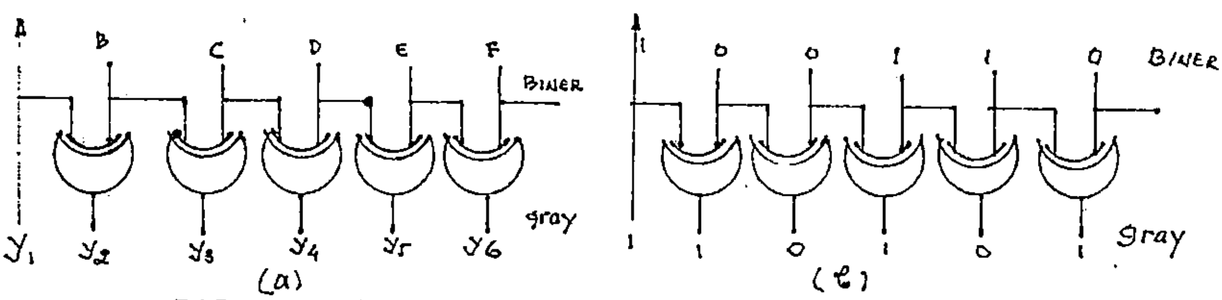
Jawab : Untuk rangkaian gerbang Exclusive OR yang mempunyai 4 buah masukan adalah seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:



A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
1	1	1	1	0

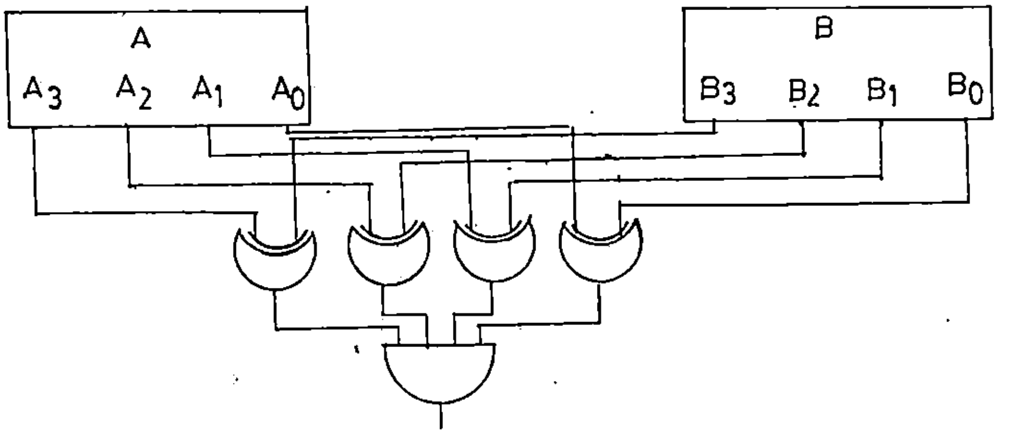
2. Tunjukkanlah suatu rangkaian Exclusive OR yang merupakan suatu cara untuk membangun sebuah pengubah biner ke gray 6 bit.

Jawab : Untuk melakukan cara pengubah biner ke gray 6 bit rangkaiannya adalah seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Bilangan biner tersebut adalah ABCDE dan F, kemudian rangkaian yang mengubah ke rangkaian gray-nya adalah seperti yang terlihat pada bagian b.

3. Tentukanlah hasil dari keluaran gerbang Exclusive NOR yang rangkaiannya adalah seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini:



Jawab : Gerbang EX NOR yang terdapat pada bagian sebelah kiri adalah membandingkan bit masukan A_3 dan B_3, dimana jika kedua masukan tersebut sama maka keluarannya atau pada Y_3 = 1 dan jika kedua masukan berbeda maka hasil keluaran dari rangkaian tersebut 0.

Gerbang Exclusive NOR bagian yang kedua adalah membandingkan masukan A_2 dan B_2 jika kedua masukannya sama maka hasil keluaran pada Y_2 adalah 1. Begitu juga gerbang-gerbang Exclusive NOR lainnya atau A_1 dan B_1 serta A_0 dan B_0 adalah membanding bit-bit, selebihnya jika kedua masukannya adalah sama, maka keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian tersebut adalah 1 dan kedua masukannya berbeda maka menghasilkan keluaran 0.

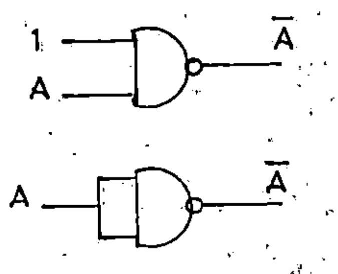
Karena semua keluaran Exclusive OR dimasukkan ke rangkaian gerbang AND, jika semua keluaran dari Exclusive OR Y_0,Y_1,Y_2 dan Y_3 = 1, maka keluaran pada rangkaian AND adalah 1. Tapi bila pada keluaran masing-masing Exclusive OR tidak sama, maka hasil pada keluaran gerbang AND adalah 0.

MEMBENTUK GERBANG NOT, AND DAN OR DARI GERBANG NAND

Dengan menggunakan dua variabel masukan A dan B keluaran gerbang NAND, Y = $\overline{A.B}$ dan untuk tiga masukan, keluaran menjadi Y = $\overline{A.B.C}$.Kemudian berdasarkan teori Van De Morgan, kedua pernyataan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

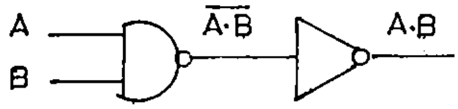
$$Y = \overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$$
$$Y = \overline{A.B.C} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$$

Dari uaraian di atas sudah dapat kita terima atau dimengerti seperti yang tercantum pada teori Van De Morgan. Bila suatu rangkaian gerbang NAND yamg mempunyai satu masukan maka keluaran dari rangkaian tersebut adalah Y = $\overline{A}$. Dimana hasil dari keluaran rangkaian itu adalah merupakan sebuah rangkaian gerbang NOT. Bentuk rangkaian NAND yang merupakan suatu rangkaian gerbang NOT adalah seperti yang terlihat pada gambar 23 di bawah ini.



Gambar 23.
Rangkaian NAND.

Keluaran dari gerbang NAND dua masukan adalah Y = $\overline{A.B}$, bila ditambah sebuah gerbang NOT, maka keluarannya adalah merupakan rangkaian AND sehingga hasil keluarannya adalah Y = A.B. Oleh karena itu bila keluaran gerbang NAND disambung dengan sebuah gerbang NOT, maka hasil keluarannya adalah gerbang AND. Bentuk dari rangkaian gerbang NAND dua masukan yang dihubungkan dengan sebuah gerbang NOT adalah seperti gambar 24 di bawah ini.



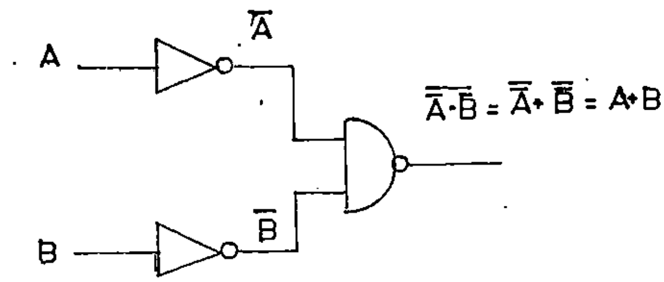
Gambar 24.

Gerbang NAND ditambah gerbang NOT.

Selanjutnya perhatikan pernyataan aljabar Boole dari sebuah rangkaian yang persamaannya adalah $Y = \overline{A + B}$ dan bila dijabarkan menurut teori Van De Morgan akan dapat bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$Y = \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$
$$Y = A + B = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

Karena $Y = A + B$ adalah merupakan keluaran dari sebuah rangkaian gerbang OR. Rangkaian gerbang OR dari gerbang NAND bentuk rangkaiannnya adalah seperti gambar 25 di bawah ini.



Gambar 25.

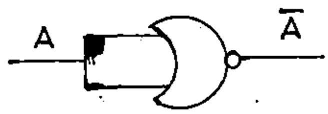
Gerbang OR dari Gerbang NAND.

<u>MEMBENTUK RANGKAIAN GERBANG NOT, AND, DAN OR DARI GERBANG NOR</u>

Sebagaimana waktu membuat gerbang NOT dari gerbang NAND, membangun gerbang NOT dari gerbang NOR juga dilakukan dengan menggunakan satu masukan. Hal itu dapat dimengerti dengan membandingkan keluaran gerbang NOR dua dan tiga masukan adalah sama seperti satu masukan. Bentuk persamaannya adalah seperti yang ditunjukkan di bawah ini: $Y = \overline{A + B + C} = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$

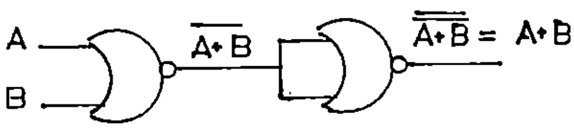
$$Y = \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

Untuk satu variabel masukan pada gerbang NOR ben - tuk rangkaiannya adalah seperti gambar 26 dibawah ini dan hasil keluarannya adalah merupakan sebuah rangkaian NOT.



Gambar 26.Gerbang NOT dari NOR

Kemudian gerbang OR dari gerbang NOR dapat diuraikan sebagai berikut yaitu gerbang NOR = gerbang OR ditambah dengan sebuah gerbang NOT.Oleh karena itu untuk memba - ngun gerbang OR dari gerbang NOR bentuk rangkaiannya adalah seperti yang terlihat pada gambar 27 dibawah ini.

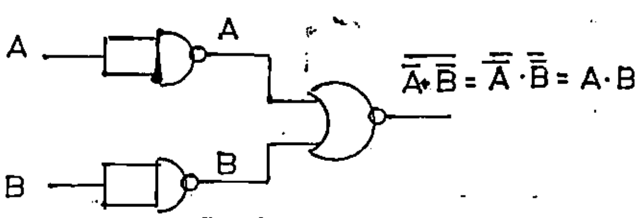


Gambar 27. Gerbang AND dari NOR

Untuk membangaun gerbang AND dari gerbang NOR se - bagaimana menurut teori Van De Morgan pada pernyataan dalam Aljabar Boole adalah $\overline{A . B} = \overline{A} + \overline{B}$

$A . B = \overline{\overline{A} + \overline{B}}$

Karena keluaran rangkaian gerbang AND Y= A . B maka bentuk persamaan dari asal logikanya adalah dari rang- kaian gerbang NOR,berarti untuk membangaun gerbang AND dari gerbang NOR bentuk rangkaian dapat diambail dari rangkaian seperti yang terlihat pada gambar 28 di ba - wah ini.



Gambar 28. Gerbang AND

RANGKAIAN PENJUMLAHAN (ADDER CIRCUIT)

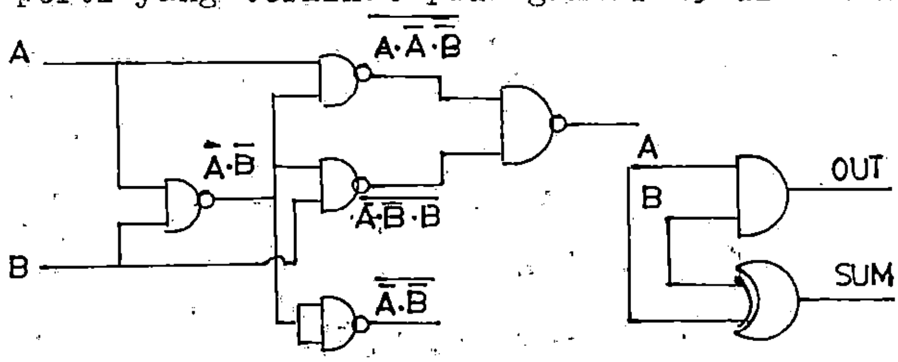
Pada sistem bilangan telah diuraikan tentang pen - jumlahan.Dimana setiap penjumlahan dimulai dengan pen-- jumlahan bilangan digit yang sebelah kanan (LSD) sebagai penjumlahan kolom pertama dan kemudian diteruskan pen- jumlahan yang berikutnya dengan memperhatikan apakah ada nilai pindahan (Carry) yang harus dijumlahkan. Pindahan keluaran dari suatu rangkaian disebut dengan Carry out yang berarti nilai-nilai yang dihasilkan pa- da masing-masing penjumlahan.Untuk selanjutnya pindah- an keluaran ini disebut dengan C out.Bila ada pindahan keluaran tentunya ada juga pindahan masukan yang dise - but dengan C in.

C in dan C out ini adalah input atau masukan dan out adalah keluaran dari suatu rangkaian penjumlahan. Untuk lebih jelasnya tentang ini dapat dijelaskan pada rangkaian penjumlahan biner.
Rangkaian penjumlahan ini terdiri dari penjumlahan dan penjumlahan penuh.

1. Rangkaian Penjumlah Setengah (Half Adder).

   Rangkaian penjumlahan setengan ini ada juga yang menyebutkannya penjumlahan tak lengkap dan ada juga yang mengatakan penjumlahan separoh.Karena rangkaian penjumlahan ini menggunakan dua bilangan biner,Denga an kata lain rangkian setengah ini adalah rangkaian dasar penjumlahan masing-masing kolom penjumlahan 2 bilangan biner.Dimana rangkaian penjumlahan iniimem- punyai dua masukan dan dua keluaran.Dari dua keluar- an yang dimiliki oleh rangkaian tersebut dimana satu keluaran berfungsi sebagai pindahan keluaran C out dah satu lagi adalah sebagai hasil penjumlahan (SUM).

Bentuk rangkaian penjumlahan setengah ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 29 di bawah ini.



Gambar 29.**Half Adder**

Rangkaian di atas terdiri dari beberapa buah rangkaian NAND yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya.Bentuk persamaan dari rangkaian penjumlahan setengan ini seperti yang terlihat pada gambar 29b.

Dari gambar 29a di atas dapat diketahui bahwa fungsi dari keluaran atay C out adalah merupakan hasil dari rangkaian gerbang AND sedangkan pada keluaran penjumlahan atau SUM merupakan hasil dari keluaran gerbang exlusive OR.

SUM Y = $A.\overline{B} + \overline{A}.B$

Cout = A.B

Bila A = 0 dan B = 0

SUM Y = 0 . 1 + 1 . 0 = 0

C out = 0 , 0 = 0

Bila A = 1 dan B = 0 C out = 1 . 0 = 0

SUM = 1 . 1 + 0 . 1 = 1

Bila A = 1 dan B = 1 C Out = 1.1 = 1

SUM = 1.0 + 0.1 = 0

Berdasarkan penjabaran di atas maka sifat dari rangkaian penjumlahan setengah dapat dibuatkan tabel kebenarannya sebagai berikut:

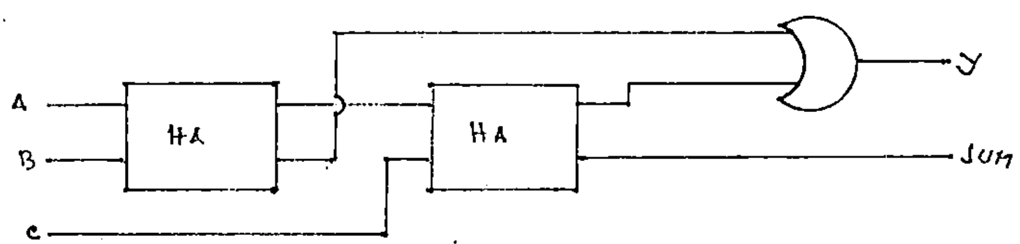
Tabel kebenaran penjumlahan setengah.

Tabel 10

A	B	C Out	SUM
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

2. Penjumlahan Penuh (FULL ADDER)

Yang dimaksudkan dengan rangkaian penjumlahan penuh adalah suatu rangkaian yang dapat melakukan penjumlahan bilangan biner dengan penuh. Semua kolom dari bilangan biner dapat dijumlahkan. Untuk rangkaian penjumlahan penuh ini mempunyai tambahan satu masukan lagi dari rangkaian penjumlahan setengah. Tambahan masukan pada rangkaian penjumlahan penuh ini dinamakan Cin. Kemudian rangkaian penjumlahan penuh ini mempunyai dua keluaran yaitu C out dan SUM Bentuk rangkaian penjumlahan penuh itu adalah seperti yang terlihat pada gambar 30 di bawah ini.



Gambar 30.**Full Adder**

Rangkaian penjumlahan penuh.

Pada rangkaian di atas terlihat tiga masukan dan dua keluaran, dimana rangkaian ini dapat menangani tiga angka sekali gus. Dengan menghubungkan dua buah rangkaian penjumlahan serta sebuah rangkaian gerbang OR sehingga dinamakan rangkaian penjumlahan penuh.

Kotak-kotak yang bertanda HA atau Half Adder (Penjumlahan setengah). Karena kita telah mengetahui prinsip kerja rangkaian penjumlahan setengah dan sebuah rangkaian gerbang OR maka dengan mudah kita dapat mengetahui bentuk keluaran dari rangkaian tersebut diatas.

$$\begin{aligned} SUM &= \bar{A}\ \bar{B}\ Cin + \bar{A}\ B\ \bar{C}in + A\ \bar{B}\ \bar{C}in + A\ B\ Cin \\ &= (\ \bar{A}\ B + A\ \bar{B}\ )\ \bar{C}in + (\ A\ B + \bar{A}\ \bar{B}\ )\ Cin \\ &= X\ \bar{C}in + Y\ Cin \end{aligned}$$

Dimana X = Fungsi keluaran gerbang Exclusive OR

Y = Fungsi keluaran rangkaian gerbang Exclusive NOR (Komparator).

$$\begin{aligned} C\ out &= \bar{A}\ B\ Cin + A\ \bar{B}\ Cin + A\ B\ \bar{C}in + A\ B\ Cin \\ &= (\ \bar{A}\ B + A\ \bar{B}\ )\ Cin + A\ B\ (\ \bar{C}\ in + Cin) \\ &= X\ Cin + A\ B \end{aligned}$$

Dimana X = Fungsi output input Exclusive OR.

Selanjutnya untuk lebih jelasnya tentang rangkaian penjumlahan penuh ini dapat diuraikan dengan bentuk tabel kebenarannya seperti pada tabel di bawah ini.

<u>Tabel kebenaran</u>

Tabel 11

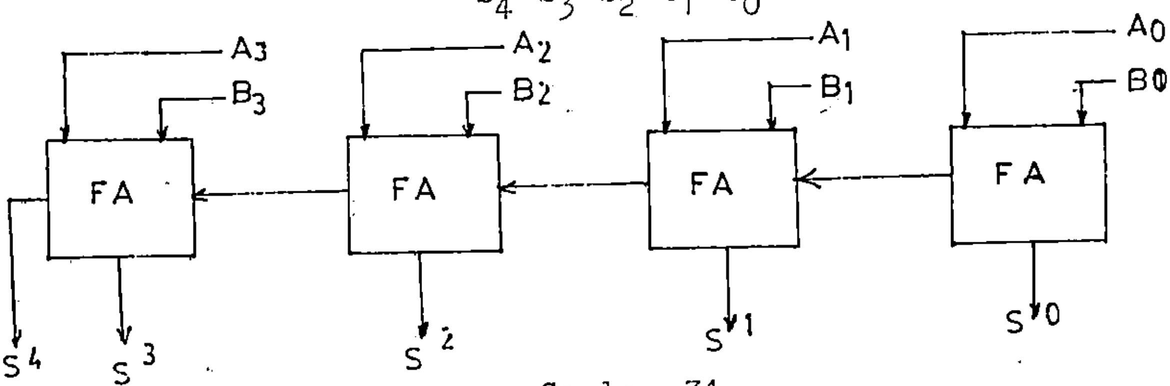
A	B	Cin	SUM	C out
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

PENAMBAHAN BINER JAJAR

Rangkaian penjumlahan biner jajar ini adalah seperti yang terlihat pada gambar 31 di bawah ini, yaitu hanya untuk penjumlahan dua buah bilangan biner. Rangkaian blok FA (Full Adder) yang terlihat pada gambar tersebut adalah merupakan penjumlahan penuh. Bilangan biner yang dijumlahkan adalah A_3 A_2 A_1 A_0 dan B_3 B_2 B_1 B_0.

Jawabnya adalah:

$$\begin{array}{rrrrrl} & A_3 & A_2 & A_1 & A_0 & \\ & B_3 & B_2 & B_1 & B_0 & + \\ \hline S_4 & S_3 & S_2 & S_1 & S_0 & \end{array}$$

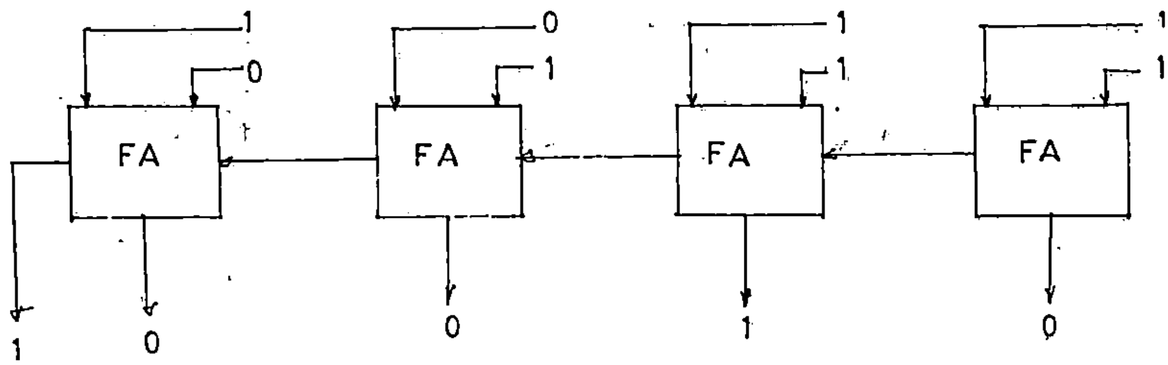


Gambar 31.
Rangkaian blok biner 4 bit.

Kelompok pertama hanya membutuhkan penjumlahan setengah. Pada setiap blok atau setiap kelompok di atas kolom pertama mungkin pada terdapat Carry atau bawaan dari kelompok sebelumnya; oleh karenanya kita harus menggunakan sebuah penjumlahan penuh bagi masing-masing kolom di atas kolom pertama.

PENAMBAHAN

Sebagai contoh cara kerja dari gambar di atas adalah misalkan kita ingin menambahkan bilangan desimal 11 dan 7, maka persamaan bilangan biner bagi bilangan desimal 11 adalah 1011, dan persamaan biner bilangan desimal 7 adalah 0111. Dari gambar di atas dimasukkan bilangan biner 1011 pada masukan A dan bilangan biner 0111 dimasukkan pada masukan B seperti terlihat pada gbr 32.



Gambar 32.

Contoh penjumlahan bilangan biner 4 bit.

Pada gambar di atas, di muka dari penjumlahan setengah dapat kita ketahui bahwa hasilnya 0 dengan simpanan atau bawaan 1 seperti yang terlihat pada penjabarannya. Bawaan ini menunjukkan penjumlahan penuh pertama yang menambahkan 1 + 1 + 1 untuk mendapatkan jumlah 1 dengan bawaan 1. Bawaan untuk menuju yang berikutnya yaitu menambahkan 0 + 1 + 1 untuk mendapatkan jumlah 0 dengan bawaan 1. Penjumlahan penuh terakhir yaitu menambahkan 1 + 0 + 1 untuk mendapatkan jumlah 0 dengan bawaan 1. Sehingga keluaran pada akhirnya dari sistem ini adalah 10010. Sehingga dari bilangan biner itu dapat dirobah menjadi bilangan desimal yaitu:

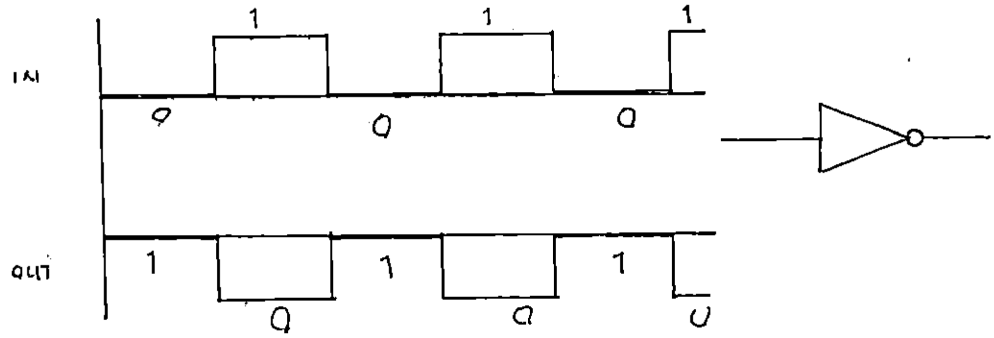
$$
\begin{array}{ccccc}
1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
2^4 & 0 & 0 & 2^1 & 0
\end{array}
$$

$$16 + 0 + 0 + 2 + 0 = 18$$

Dari hasil jumlah bilangan desimal 11 dan 7 adalah 18, dengan demikian penjumlah bilangan jajar pada gambar 31 di atas yang memberika jumlah bilangan biner bagi dua bilangan 4 bit.

DIAGRAM WAKTU

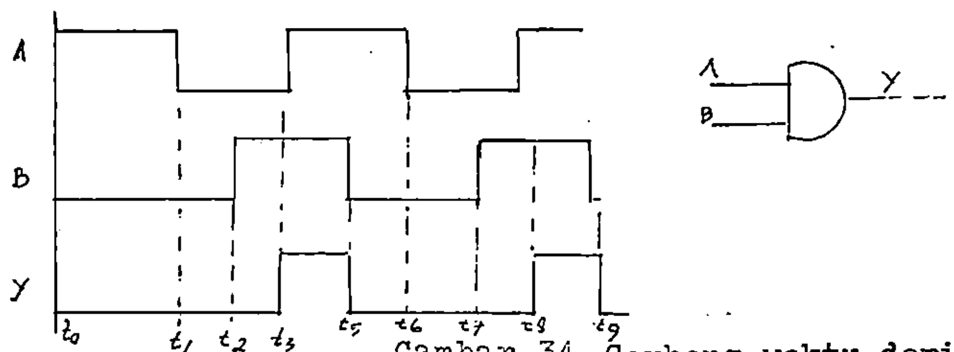
Diagram waktu adalah menggambarkan suatu sinyal listrik yang berbentuk gelombang kotak yang akan dimasukkan ke rangkaian digital dan juga merupakan sinyal keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian digital atau pada suatu rangkaian logika. Diagram sangat berarti sekali ya itu untuk mengetahui sinyal keluaran dari suatu rangkaian logika, bila pada masukannya diberi sinyal pula. Disamping tabel kebenaran diagram waktu ini juga dapat menolong kita-kita dalam menentukan kebenaran rangkaian yang akan diselidiki. Misalnya suatu contoh yang sederhana dapat/kita ambil sebuah rangkaian NOT seperti yang terlihat pada gambar 33 di bawah ini.



Gambar 33.Diagram Waktu dari NOT

Pada gambar 33 di atas adalah sebuah rangkaian gerbang NOT yang diberi masukan sinyal A = 0 dan 1. Karena rangkaian gerbang NOT yang mempunyai sifat berlawanan dengan masukannya atau disebut juga dengan pembalik bila masukan diberi A maka keluarannya adalah $\bar{A}$ atau kalau di masukkan 1 maka keluarannya 0 atau sebaliknya.

Begitu juga untuk rangkaian gerbang AND bila dimasukkan sinyal seperti yang terlihat pada gambar 34 di bawah ini.

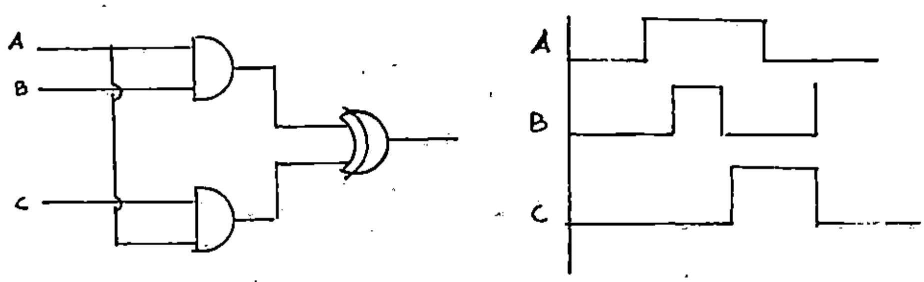


Gambar 34. Gerbang waktu dari AND

Diagram masukan A dan B dan keluaran Y.

Andaikata kita ragu kebenaran dari bentuk diagram gelombang yang dihasilkan oleh rangkaian gerbang AND ini maka bisa juga dibuktikan dengan tabel kebenaran gerbang AND tersebut. Dimana sifat dari gerbang AND ini keluaran akan menghasilkan 1 bila semua masukannya dalam logik 1. Pada gambar 34 di atas terlihat bentuk sinyal keluaran pada rangkaian gerbang AND yaitu Y = 1 t3 sampai t4 dan t7 sampai t8 dalam logik 1. Karena pada masukan terlihat masukan A dan masukan B dalam bentuk sinyal yang berlogik 1. Sedangkan pada periode lainnya terlihat sinyal yang sama sama berlogik 0 atau nilai masukan yang keduanya berbeda.

Contoh: Tentukan bentuk keluaran waktu dari rangkaian seperti yang terlihat di bawah ini bila masukannya seperti yang terlihat pada gambar 35.



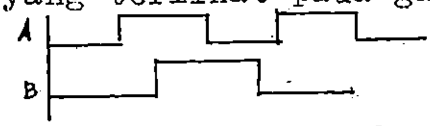
Persamaan keluaran yang dihasilkan oleh rangkaian tersebut Y = A.B + A.C

Tabel kebenarannya adalah seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini:

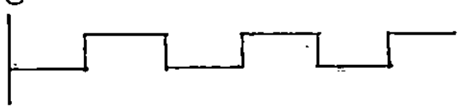
A	B	C	AB	AC	F
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1

Dari tabel di atas dapat diambil satu kesimpulan dimana Y = 1, bila A1 dan B1 atau A = 1 dan C = 1. Dari data pada tabel tersebut dapat pula ditunjukkan bentuk diagram waktunya seperti yang terlihat pada gambar 36 di bawah ini.

Contoh 2. Tentukan bentuk diagram waktu atau bentuk sinyal keluaran dari suatu rangkaian Exclusive bila untuk sinyal yang masuk adalah seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini. (37)

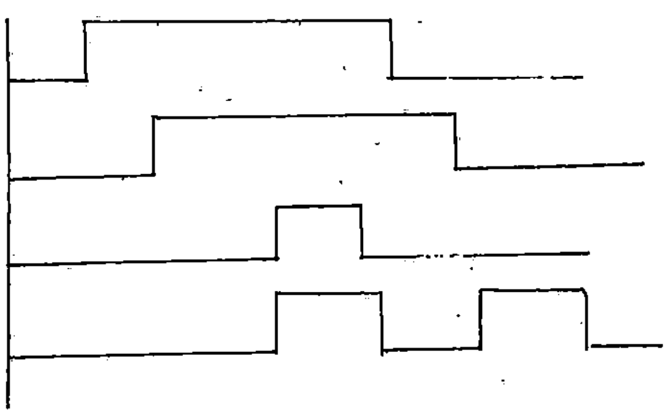


Jawab: Bentuk persamaan rangkaian gerbang Exclusive OR adalah $Y = A\bar{B} + \bar{A}B$. Dari persamaan tersebut dapat dibuat sinyal keluarannya, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini. (38)



Contoh 3. Tentukan bentuk sinyal keluaran dari suatu rangkaian gerbang komparator. Bila sinyal masukannya seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini (39).

Jawab: Bentuk persamaan keluaran dari rangkaian gerbang komparator itu adalah $Y = AB + \bar{A}\bar{B}$ sehingga bentuk sinyal keluaran dari rangkaian gerbang komparator adalah seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



SOAL UNTUK LATIHAN

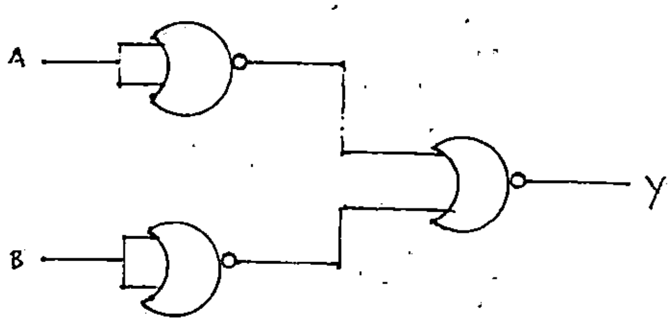
1. Gambarkanlah bentuk rangkaian digital logika dari persamaan keluaran dengan menggunakan gerbang AND dan OR, tabel kebenarannya dan diagram waktu dari tabel kebenarannya.

$$Y = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$$

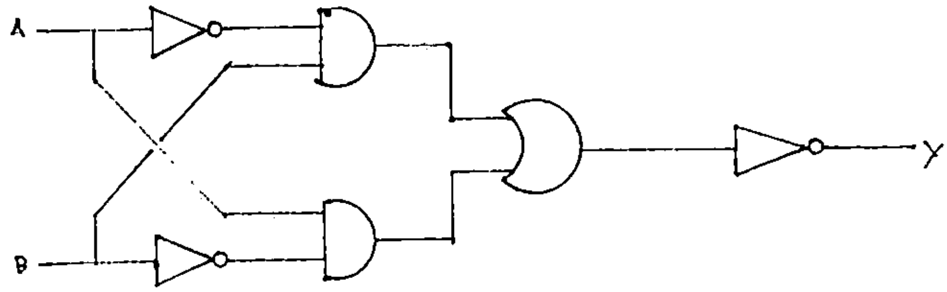
2. Gambarkanlah bentuk rangkaian Digital dengan menggunakan gerbang NOR, tentukanlah tabel kebenarannya serta diagram waktunya.

$$Y = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}$$

3. Gambarkanlah rangkaian gerbang FULL ADDER dengan menggunakan gerbang NAND.
4. Buatlah tabel kebenaran pada rangkaian digital di bawah ini dan sebutkanlah jenis rangkaian digital yang bagaimanakah rangkaian ini ?



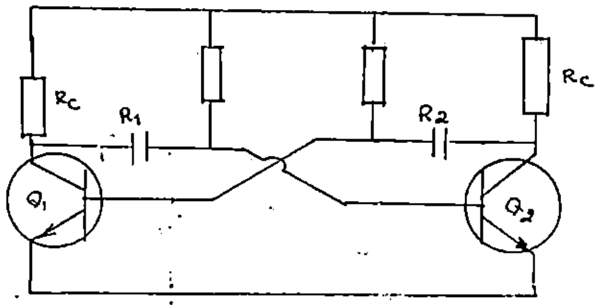
5. Suatu rangkain digital yang mempunyai 3 masukan A,B dan C. Tunjukkan tabel kebenarannya jika keluaran dari rangkaian tersebut adalah $Y = (A + B)(A + C)$
6. Suatu rangkaian digital mempunyai 3 masukan A,B dan C, buatlah tabel kebenarannya jika persamaan keluaran dari rangkaian tersebut adalah $Y = A + BC$ dan gambarkan bentuk rangkaian gerbangnya.
7. Tuliskan persamaan Boole bagi keluaran pada gambar rangkaian digital dibawah ini. Carilah nilai Y bagi semua kemungkinan kondisi masukan dan tunjukkanlah tabel kebenarannya.



8. Carilah nilai persamaan keluaran rangkaian digital $Y = AB + \bar{A}\bar{B}$ bagi keempat kemungkinan kondisi.
9. Diketahui $Y = A + \bar{\bar{B}}C\ (A + B) + B$ berapakah besar nilai Y bila: a. $A = 0$, $B = 1$ dan $C = 0$
   b. $A = 1$, $B = 0$ dan $C = 1$.
10. Buktikanlah $\overline{A + B + C + D} = \bar{A}\ \bar{B}\ \bar{C}\ \bar{D}$
11. Buktikanlah $\overline{ABCD} = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} + \bar{D}$
12. Tunjukkanlah rangkaian NAND dapat digunakan untuk membangun rangkaian [illegible]

BAB IV
MULTIVIBRATOR

Rangkaian Multivibrator adalah suatu rangkaian regeneratif atau free-running yang mempunyai dua kondisi aktif tanpa ditriger. Rangkaian Multivibrator ini bekerja sebagai pembangkit frekuensi yang membentuk gelombang, bila salah satu transistor dalam keadaan hidup transistor dalam keadaan mati. Keadaan seperti ini tidak bertahan lama dan dalam beberapa waktu kemudian keadaan akan berobah secara langsung dari keadaan semula menjadi keadaan kedua, kalau tadi transistor hidup maka dia akan mati dan transistor yang mati akan segera hidup. Dengan sifat yang demikian maka rangkaian Multivibrator dapat berfungsi sebagaipenyimpannbilangan biner. Rangkaian dasar dari rangkaian Multivibrator ini adalah seperti yang terlihat pada pada gambar di bawah ini (gambar 42).



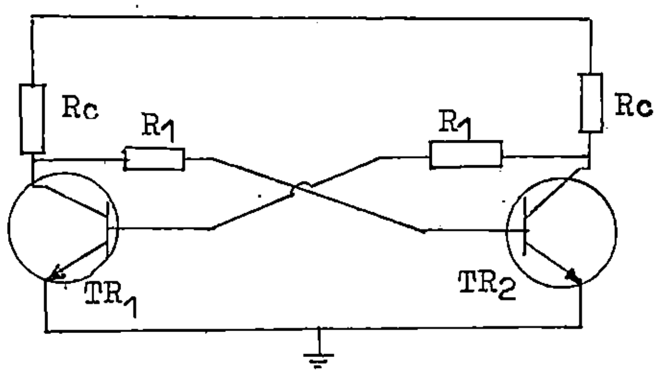
Gambar 42. Multivibrator

Dari rangkaian Multivibrator ini dapat dikembangkan ke beberapa rangkaian lainnya, diantaranya adalah rangkaian Flip Flop, Rangkaian Univibrator, Scmitte Trigger dan sebagainya. **hal ini Taub (1965:439) bahwa: rangkaian Multi vibrator adalah seperti gambar 20**

<u>FLIP FLOP</u>

Flip Flop adalah suatu rangkaian yang diambil dari rangkaian induknya yang disebut dengan rangkaian Multivibrator. Rangkaian Flip Flop ini dengan kata lain disebut juga dengan rangkaian Multivibrator Bistabil.

Rangkaian Flip Flop bekerja dalam dua keadaan kondisi yang mantap, maksudnya bila salah satu tramsistor dalam keadaan hidup maka transistor yang kedua dalam keadaan mati. Keadaan seperti bertahan terus bila tidak ditrigger (dipicu). Tapi pada masukannya ditrigger maka keadaannya akan berobah dari keadaan yang pertama menjadi keadaan yang kedua yaitu transistor yang hidup menjadi mati dan tadi yang mati menjadi hidup. Jadi rangkaian Flip Flop ini mempunyai keluaran suatu tegangan rendah 0 dan tegangan tinggi 1. Rangkaian dasar Flip Flop adalah seperti yang terlihat pada gambar 43.

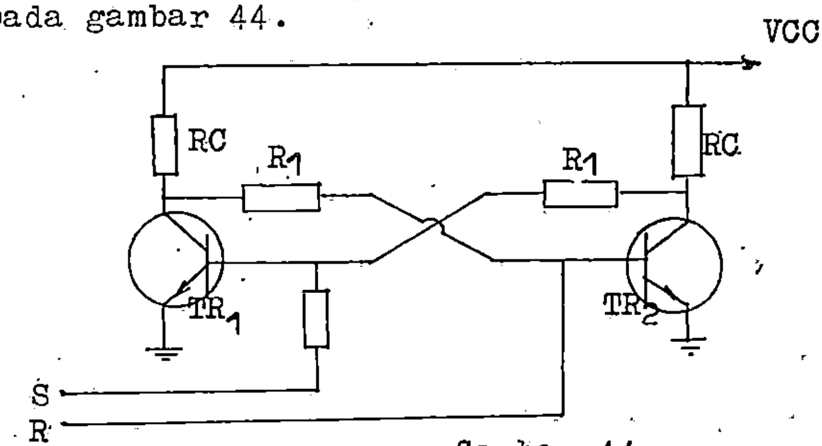


Gambar 43.
Rangkaian dasar Flip Flop.

RANGKAIAN DASAR

Jenis pertama dari rangkaian Flip Flop yang akan di sini adalah rangkaian Flip Flop RS yang bentuk rangkaiannya adalah seperti terlihat pada gambar 43. Pada gambar tersebut terlihat kaki kolektor T1 dihubungkan ke kaki Base T2 melalui R dan begitu juga kaki kolektor T2 dihubungkan ke T1 melalui R. Hubungan seperti itu merupakan atau mendapat hasil umpan balik positif. Oleh sebab itu jika T1 dalam keadaan hidup jenuh maka tegangan kolektor T1 rendah mendekati 0 sehingga membuat T2 menjadi terpancung. Begitu juga sebaliknya jika T2 hidup pada keadaan jenuh maka T1 mati. Maka dalam keadaan terdapat dua keadaan yaitu T1 hidup dan T2 mati dan begitu juga sebaliknya. Untuk memastikan bahwa keadaan satu transistor dalam keadaan jenuh dan transistor yang lain dalam keadaan mati terpancung Bdc lebih rendah dari RB/RC. Perbandingan antara tahanan base terhadap tahanan kolektor menunjukkan sama dengan besarnya 50. Dengan Bdc lebih besar daripada 50 maka transistor yang hidup akan mencapai jenuh dan transistor yang dalam keadaan mati akan terpancung.

Untuk mengendalikan suatu Flip Flop harus ditambah suatu masukan untuk memicu rangkaian yang diambil dari kaki base, bentuk rangkaiannya seperti yang terlihat pada gambar 44.



Gambar 44.
Flip Flop RS.

Jika suatu tegangan tinggi diterapkan pada masukan S, maka T1 hidup jenuh dan mendorong T2 menjadi mati. Setelah rangkaian terjadi T1 hidup jenuh dan T2 mati, maka masukan sudah bisa dilepas dan keadaan seperti ini bertahan terus menerus sampai ada masukan lagi yang dapat merobah keadaan tersebut. Pada rangkaian Flip Flop di atas akan mempunyai keluaran komplemeter, maka dari itu Flip Flop ini adalah suatu rangkaian dasar untuk membangkitkan sebuah variabel beserta komplementernya.

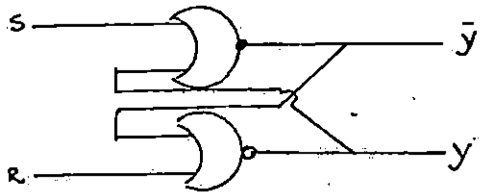
Tabel kebenaran dari rangkaian Flip Flop RS ini adalah seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

R	S	Y
0	0	nilai terakhir
0	1	1
1	0	0
1	1	terlarang

Pada tabel tersebut terlihat RS = 0 0 hal ini berarti tidak ada pemicu (Trigger), sehingga pada keluaran Y terlihat mempertahankan nilai terakhir yang dimilikinya, Jika kondisi RS = 0 1 berarti pemicu dimasukkan pada masukan S. Hal ini mengeset Flip Flop dan menghasilkan keluaran Y = 1. Pada masukan yang ketiga RS = 1 0 hal ini menunjukkan bahwa masukan dimasukkan pada R dan hasil keluaran dari rangkaian Flip Flop adalah 0. Kemungkinan pada kondisi ke 4 yaitu RS = 1 1, yang menyatakan bahwa masukan diberikan pada kedua masukan sehingga hasil yang dikeluarkan oleh rangkaian tersebut adalah terlarang. Yang dimaksud hasil yang terlarang di sini adalah hasil keluaran yang tidak boleh terjadi, yaitu keduanya menghasilkan 1, atau keduanya menghasilkan 0.

RS FLIP FLOP.

Kalau di atas tadi kita telah mempelajari rangkaian Flip Flip RS dengan menggunakan dua buah transistor, maka bentuk rangkaian digitalnya adalah seperti yang terlihat pada gambar 45.

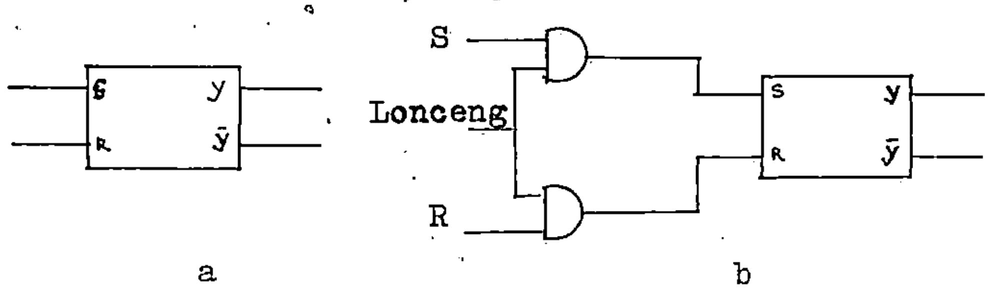


Gambar 45.

Rangkaian Flip Flop RS.

Dari rangkaian di atas terlihat bahwa rangkaian logikanya menggunakan dua buah rangkaian NOR. Salah satu keluaran dari rangkaian gerbang NOR men-drive salah satu rangkaian gerbang NOR yang lain. Demikian juga masukan R dan S memungkinkan kita dapat mengeset atau mereset keluaran Y. Masukan S yang tinggi atau berlogik 1 maka akan mengeset keluaran Y = 1, masukan R yang tinggi akan mereset Y ke 0. Kemudian jika R dan S kedua-duanya diberi rendah atau 0, maka keluarannya akan tetap Latched (tergerendel) atau tertahan pada keadaan terakhir. Begitu juga jika R dan S kedua tinggi atau logik 1 maka hasilnya menjadi terlarang, seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Lambang dari rangkaian Flip Flop di atas adalah seperti yang terlihat pada gambar 46.



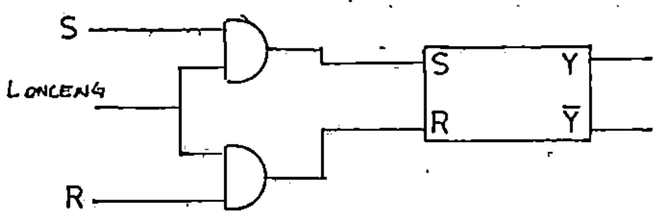
Gambar 46

a. Menunjukkan diagram logika Flip Flop RS.
b. Menunjukkan diagram logika Flip Flip RS berlonceng.

Prinsip kerja dari rangkaian Flip Flop ini sama seperti rangkaian Flip Flop di atas.

1. Bila R dan S dalam keadaan rendah atau logik 0, maka keluarannya menghasilkan keluaran Y terakhir.
2. Bila S dalam keadaan tinggi atau logik 1 maka keluarannya akan menghasilkan Y = 1.
3. Begitu juga jika R dalam keadaan tinggi dan S rendah maka keluaran Y = 0.
4. Kemudian jika R dan S kedua-duanya dalam keadaan tinggi, maka hasil keluaran terlarang.

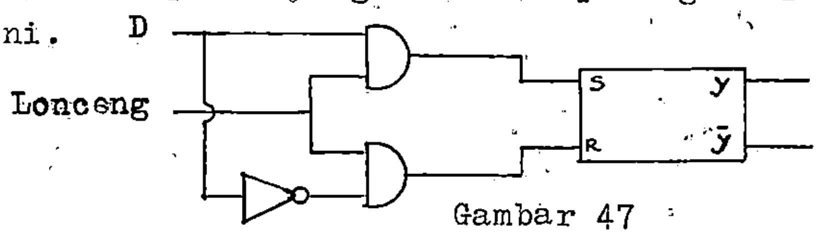
Contoh:
Jelaskan cara kerja rangkaian Flip Flop berlonceng pada gambar di bawah ini.



JAWAB: Bila masukan berlabel lonceng (Clock) rendah (0) maka kedua rangkaian gerbang AND keadaan tertutup, sehingga hal yang seperti ini bisa menjamin RS = 0 0. Bila RS = 0 0 ini berarti keluaran pada Y tetap dalam keadaan terakhir. Kemudian bila pada masukan lonceng menjadi 1 atau tinggi maka kedua rangkaian gerbang AND menjadi terbuka. Hal ini memungkinkan sinyal-sinyal RS mencapai Flip Flop RS.

D FLIP-FLOP

Pada rangkaian Flip Flop RS mempunyai dua masukan data yaitu pada R dan S. Untuk menyimpan data bit yang tinggi. Kita dapat membutuhkan S yang tinggi, untuk menyimpan bit yang rendah. Dan bila kita membutuhkan R yang tinggi untuk membangkitkan dua buah sinyal untuk men-drive Flip Flop yang merupakan suatu kerugian dalam berbagai penerapan. Demikian pula kondisi yang terlarang yakni R dan S keduanya tinggi dapat terjadi secara tidak sengaja. Hal ini membawa kita kepada rangkaian Flip Flop D dimana rangkaian ini hanya membutuhkan sebuah masukan data. Bentuk rangkaian Flip Flop D adalah seperti yang terlihat pada gambar 47 di bawah ini.



Gambar 47
Salah satu rangkaian Flip Flop.

Jenis Flip Flop D ini adalah untuk mencapai samapi berlangsungnya pulsa lonceng. Cara kerja rangkaian Flip Flop D ini adalah sebagai berikut. Bila lonceng keadaan rendah (0) kedua rangkaian gerbang AND tertutup; oleh karena itu D dapat berobah nilai tanpa mempengaruhi nilai Y. Sebaliknya bila lonceng dalam keadaan tinggi (1) maka kedua gerbang AND terbuka. Dalam hal ini, Y terdorong untuk menyamai nilai D. Bila lonceng turun kembali Y berobah dan menyimpan nilai D yang terakhir.

Rangkaian Flip Flop D ini merupakan rangkaian multivibrator bistabil yang masukan D-nya dipindahkan ke keluaran setelah diterimanya sebuah sinyal pulsa lonceng. Diagram Flip Flop D adalah seperti gambar 48 di bawah ini.

Gambar 48.
Diagram rangkaian Flip Flop D.

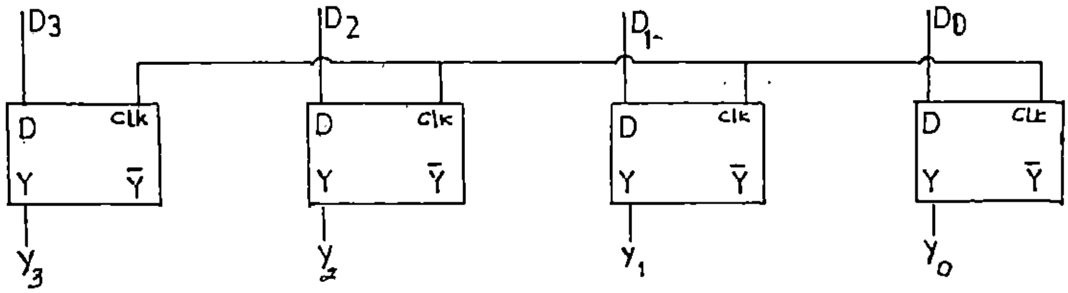
Cara kerja rangkaian diagram Flip Flop D ini adalah sebagai berikut: pada saat Clock dalam keadaan rendah (0), D merupakan suatu yang tak perduli, maka keluaran Y pada keadaan terakhir. Pada saat lonceng dalam keadaan tinggi (1) maka keluarannya Y sama dengan nilai D yaitu 0. Kemudian jika D berubah pada saat lonceng tinggi (1) maka yang tersimpan adalah nilai D yang terakhir.

MENYIMPAN SEBUAH KATA

Rangkaian gerbang Flip Flop D dapat berfungsi sebagai penyimpan kata sementara. Pada gambar 49 di bawah ini menunjukkan rangkaian Flip Flop yang dapat menyimpan kata sementara yang terdiri 4 buah Flip Flop D yang dikemudikan oleh pulsa lonceng yang sama. Pada saat lonceng mendapatkan pulsa lonceng turun (0), maka keluaran akan mempertahankan data tersebut. Misalkan masukan data adalah:

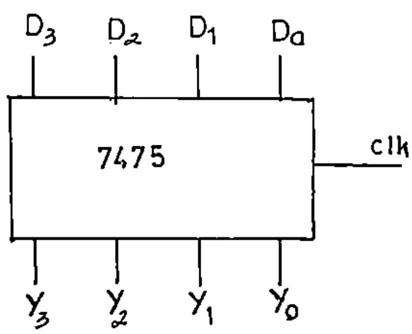
$D_3 \quad D_2 \quad D_1 \quad D_0 \quad = 0\ 1\ 1\ 1$

Pada saat lonceng naik (1) kata ini dimuatkan ke dalam D menghasilkan keluaran $Y_3 \quad Y_2 \quad Y_1 \quad Y_0 = 0\ 1\ 1\ 1$



Gambar 49.
Rangkaian menyimpan sebuah kata 4 bit.

atau:



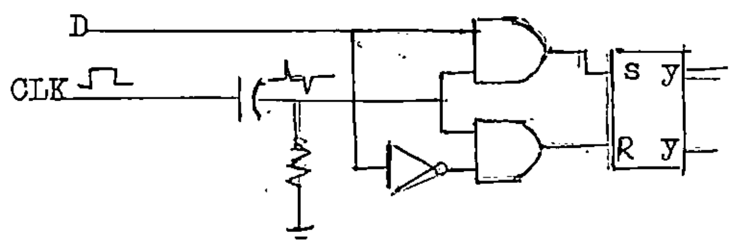
Setelah clock atau lonceng turun kembali,data yang keluar pada Y3,Y2,Y1,dan Yo dipertahankan atau disimpan selama - lonceng masih rendah atau pada kedudukan 0,nilai D dapat berubah tanpa mempengaruhi nilai nilai Y.

IC 7475 yang terlihat pada gambar diatas adalah merupakan rangkaian MSI TTL yang berisikan 4 buah penggerendel D,IC ini kadang kadang disebut sebagai penggerendel bistabil

IC 7475 ini sangat ideal sekali untuk menangani data 4 bit ini. Dengan menggunkan lebih dari sebuah IC 7475 kita dapat menyimpan kata kata dengan panjang berapapun.

D.FLIP.FLOP TRIGGER PINGGIRAN

Bentuk rangkaian yang ditrigger dari pinggiran adalah seperti yang ditunjukan pada gambar 50 dibawah ini.



Gambar 50.D Flip Flop

Pada rangkaian diatas pada masukannya dari gelombang kotak dirobah menjadi gelombang pulsa yang direbah oleh rangkaian diffrensiator RC. Oleh sebab itu,kapasitor dapat diisi sepenuhnya pada saat clok naik.Selanjutnya pinngiran akan turun sehingga akan menghasilkan impuls negatip sehingga akibat da proses terjadinya pengisian dan pengosongan pada kapasitor menghasilkan suatu gelombang yang berbentuk pulsa.

Pulsa yang positip membuka gerbang rangkaian AND selama pulsa positip berlalu, pulsa negatip tidak melakukan apapun. Dampaknya adalah hanya mengaktifkan gerbang gerbang AND selama berlangsungnya pulsa positip tersebut, dan ini sama dengan mencuplik nilai D dalam sesaat. Pada waktu ini D be serta komplemennya mencapai masukan Flip Flop,sehingga mengkibatkan Y direset.

Jenis kerja seperti ini disebut dengan trigger pinggir karena Flip Flop hanya memberikan tanggapan pada saat Clock berada pada keadaan peralihan antara kedua keadaan tegangan- Trigger pada gambar 50 terjadi pada pinggiran pulsa clock - yang menuju positif, itulah sebabnya proses ini disebut pen trigger pinggiran positip.

Tabel pemasukan dan keluaran dari rangkaian gambar 50 diatas adalah seperti yang ditunjukan pada tabel dibawah ini.

Tabel D Flip Flop trigger pinggiran

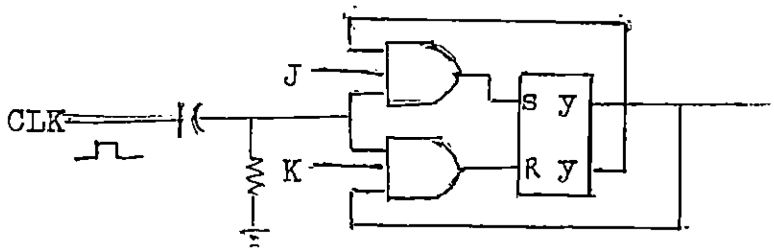
CLOCK	D	Y
0	X	Keadaan trakhir
1	0	0
1	1	1
1	X	Keadaan trakhir

Pada tabel diatas adalah sebagai ringkasan cara kerja dari rangkaian D Flip Flop trigger pinggiran diatas. Bila Clock rendah maka D merupakan sebagai masukan tak perduli dan ke luaran Y pada keadaan terakhir. Bila pada pinggiran naik maka bit data dimuatkan ke dalam Flip Flop dan keluaran Y mempunyai nilai yang sama dengan D. Pada pinggiran turun , maka D merupakan suatu yang tak perduli dan keluaran Y te tap pada keadaan terakhir.

J-K FLIP FLOP

Diantara hal hal lainnya bab berikutnya menjelaskan ke pada kita cara membangun sebuah rangkaian pencacah.

Berbicara tentang rangkaian pencacah J-K Flip Flop merupakan elemen yang ideal untuk digunakan. Bentuk rangkaian J-K Flip Flop adalah seperti yang ditunjukan pada gambar 51 dibawah ini



Gambar 51. J-K Flip Flop

Pada gambar diatas dimana J dan K adalah sebagai masukan yang dapat mengendalikan keduanya dapat menentukan rangkaian Flip Flop pada saat suatu pinggiran pulsa clock positip tiba Sebagaimana rangkaian sebelumnya dimana rangkaian RC merupakan suatu rangkaian ketetapan waktu yang sangat singkat, maka hal ini dapat mengubah pulsa clock dari bentuk segi empat bisa menjadi pulsa yang berbentuk tiang tiang. Dengan adanya gerbang gerbang AND maka rangkaian akan terpicu pinggiran positip.

Pada saat J dan K rendah maka kedua gerbang AND tertutup maka dari itu pulsa clock atau lonceng tidak memberikan dampak Bila saat J rendah dan K tinggi, gerbang atas tertutup,maka tidak terdapat kemungkinan untuk mengeset Flip Flop. Satu satunya kemungkinan adalah direset. Pada saat Y tinggi gerbang bawah ma melewatkan suatu trigger reset segera setelah pinggiranpulsa lonceng positip berikutnya datang. Hal ini mendorong Y menjadi rendah seperti yang ditunjukan pada tabel dibawah ini.

Pada saat J tinggi dan K rendah, gerbang bawah tertutup maka tidak terdapat kemungkinan mereset Flip Flop. Namun anda dapat mengeset Flip Flop sebagai berikut.

Pada saat Y rendah, $\bar{Y}$ tinggi; karena gerbang atas melewat suatu trigger set pada saat pulsa pinggiran lonceng positip berikutnya tiba. Hal ini mengemudikan keluran Y kekeadaan - tinggi seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

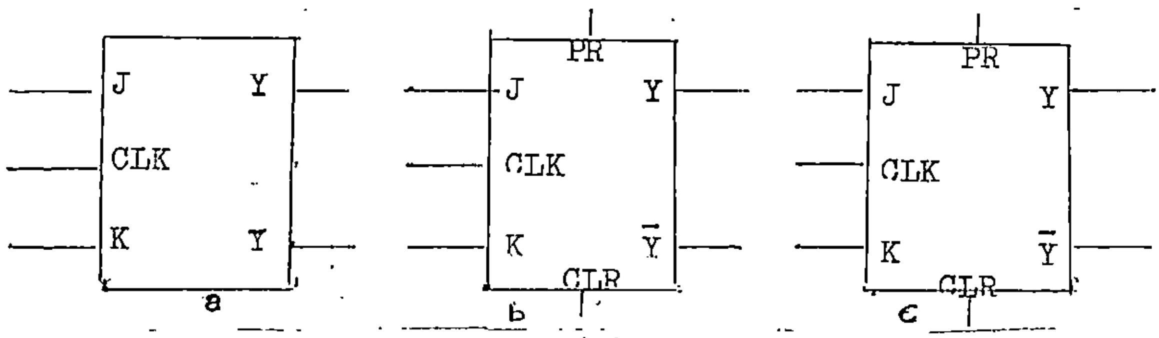
Tabel J-K Flip Flop :

Clock	J	K	Y
X	0	0	Keadaan terakhir
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	Keadaan trakhir

Seperti anda lihat J = 1 dan K = 0 berarti pulsa lon ceng pigiran positip berikutnya mengeset rangkaian Flip Flop (terkecuali Jika Y dalam keadaan tinggi).

Jika J dan K dalam keadaan tinggi kita dapat mereset Flip Flop,Kemudian bila Y dalam keadaan tinggi maka gerbang bawah melewatkan suatu tigger reset pada saat pulsa lonceng berikutnya positip yang datang. Sebaliknya, bila Y dalam ke adaan rendah gerbang atas melewatkan suatu trigger set pa - da saat pulsa lonceng positip berikutnya yang akan datang . Dalam kedua hal diatas Y berubah menjadi komplemen keadaan terakhir. Oleh karean J = 1 dan K = 1 berarti Flip Flop akan menghasilkan toggle pada saat pulsa lonceng positip yang da tang.

Bentuk simbol dari rangkaian J-K Flip Flop adalah se perti yang ditunjukan pada gambar 52. Bila anda melihat lam bang ini pada sebuah diagram skematis, ingat pada pinggiran pulsa lonceng positip berikutnya, J dan K yang rendah tidak memberi dampak; J rendah dan K tinggi menghasilkan suatu reset; J tinggi dan K rendah menghasilkan suatu set;J dan K - tinggi menghasilkan suatu toggle.



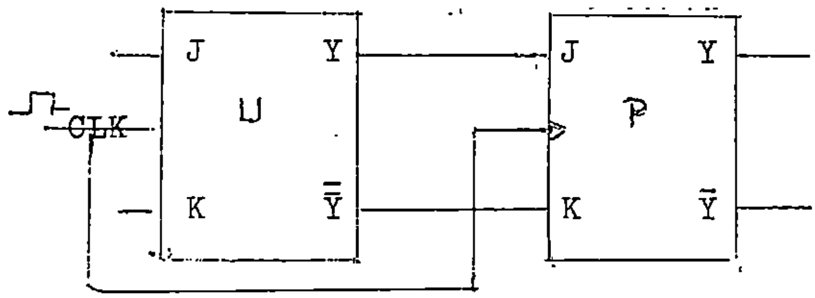
Gambar 52. J-K Flip Flop(a) lambang dasar (b)preset dan clear (c)preset dan clear terbalik.

Sebenarnya kita dapat menambahkan gerbang gerbang OR dalam rancangan yang bersangkutan untuk menampung masukan masukan PRESET danCLEAR seperti dilakukan sebelumnya. Pada gambar 52b menunjukan lambang J-K flip Flop dengan tambahan - PR dan CLR. Sedangkan gambar 52c adalah rangkaian J-K Flip Flop yang tersedia secara komersil, jenis rangkaian ini terpicu pinggiran negatip. Maka dari Flip Flop membutuhkan PR rendah untuk preset dan CLR rendah untuk clear.

J-K FLIP FLOP UTAMA/PEMBANTU.

Bentuk rangkaian J-K Flip Flop Utama dan Pembantu - adalah seperti yang ditunjukan pada 53. Cara kerja rangkaian Flip Flop ini adalah sebagai berikut: Pertama, Flip Flop Utama terpicu pinggiran positip dan Flip Flop Pembantu terpicu pinggiran negatip. Oleh karena itu Flip Flop Utama memberikan tanggapan terhadap maukan masukan J-K sebelum Flip

Flop pembantu. Jika J dalam keadaan logik 1 dan K dalam keadaan logik 0 maka Flip Utama diset pada saat pinggiran pulsa positip tiba. Keluaran Y yang tinggi dari Flip Flop utama mengemudikan masukan J pada Flip Flop pembantu,maka pada saat pinggiran pulsa lonceng negatip tiba,Flip Flop pembantu diset menyamai kerja Flip Flop utama.



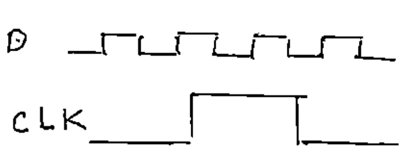
Gambar 53. Flip Flop Utama/Pembantu.

Kemudian jika J dalam keadaan logik 0 dan K dalam keadaan logik 1 maka Flip Flop utama direset pada saat pinggiran naik lonceng pulsa tiba. Keluaran Y yang tinggi dari Flip Flop utama menuju ke masukan K pada Flip Flop pembantu. Oleh karenanya kedatangan pinggiran turun pulsa lonceng mendorong Flip Flop pembantu untuk reset. Sekali lagi, Flip Flop pembantu menyamai kerja Flip Flop utama.

Bila masukan J dan K pada Flip Flop utama dalam keadaan tinggi, maka Flip Flop ini toggle pada saat pinggiran pulsa lonceng positip yang datang,sedangkan Flip Flop pembantu toggle pada saat pinggiran pulsa lonceng negatip yang datang. Dengan demikian apapun yang yang dilakukan oleh Flip Flop utama ,akan dilakukan pula oleh Flip Flop pembantu: jika Flip Flop utama diset,Flip Flop pembantu diset: jika Flip Flop utama direset,Flip Flop pembantu direset pula.

SOAL SOAL UNTUK LATIHAN

1. Terangkan cara kerja rangkaian Multivibrator.
2. Jelaskanlah mengapa rangkaian Flip Flop disebut sebagai rangkaian pengingat (Memory) dan bila imformasi yang harus dingat telah disandi dalam bentuk bilangan biner empat bit, berapa buah Flip Flop yang diperlukan.
3. Jelaskanlah cara kerja dari rangkaian S-R Flip Flop, D Flip Flop dan J-K Flip Flop.
4. Bila sinyal Clock belum ada yang masuk, sedangkan Preclear diberi terus menerus logik 1, apa yang terjadi pada output suatu Flip Flop setelah sinyal Clock = 1 Bagaimana pula bila sinyal Preclear diberikan pada saat kondisi Clock = 1.
5. Berapa lama data harus diterapkan sebelum tibanya pinggiran pulsa lonceng pemicu ?
6. Sebuah D Flip Flop terpicu pinggiran positip menerime bentuk bentuk gelombang masukan yang terlihat pada gambar dibawah ini. Berapakah nilai Y setelah pulsa lonceng.



7. Masukan J dan K adalah seperti gambar dibawah ini pada rangkaian TTL masukan J dan K yang mengambang berarti tinggi. Lonceng berfrekuensi 1 MHz dan Flip Flop mempunyai tunda waktu rambatan sebesar 25 ns.

DAFTAR PUSTAKA

Soedarto,Gatot (   ) Dasar Dasar Sistem Digital
Surabaya,Usaha Nasional

Leach,Malvino (1987) Prinsip Prinsip dan Penerapan Digital
Jakarta,Erlangga.

Ryder,John (1957) Enginering Electronic
New York ,Mc Graw Hill,Inc

C Baartee,Thomas (1985) Dasar Komputer Digital
Jakarta,Erlangga

Millman,Jacob (1965) Pulse,Digital and Switching Wave Forms
Tokyo,Mc Graw Hill Kogakusta

D,Ryder,John (1964) Electronic Fundamentals and Aplication
Tokyo,Printice Hill Internasional

Basuki,Subagio (1978) Pesawat Elektronika
Jakarta,P dan K